

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Приладобудівний факультет

Кафедра інформаційно-вимірювальних технологій

«На правах рукопису»
УДК 621.317.75

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

_____ Володимир ЄРЕМЕНКО

«__» _____ 20__ р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

**за освітньо-науковою програмою «Інформаційні вимірювальні технології
та системи»**

зі спеціальності 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»

на тему: «Тепловізійна прицільна система»

Виконав (-ла):

студент (-ка) VI курсу, групи ПА-91мп

Скурський Микита Сергійович _____

Керівник:

кандидат технічних наук, доцент

Самарцев Юрій Миколайович _____

Консультант зі стартап-проекту:

Доктор економічних наук, доцент кафедри менеджменту,

Бояринова Катерина Олександрівна _____

Рецензент:

Кандидат технічних наук, доцент

Петрик Валентин Федорович _____

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент (-ка) _____

Київ – 2020 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Факультет - Приладобудівний

Кафедра інформаційно-вимірювальних технологій

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою «Інформаційні вимірювальні технології та системи»

Спеціальність 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Володимир ЄРЕМЕНКО

«___» _____ 20__ р.

**ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту
Скурський Микита Сергійович**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації Тепловізійна прицільна система

науковий керівник дисертації к.т.н., доц Самарцев Ю.М.,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «___» _____ 2020 р. № _____

2. Строк подання студентом дисертації 08.12.2020 р.

3. Об'єкт дослідження Методи визначення координат прицілів зброї у межах обмеженого просторового орієнтування

4. Предмет дослідження (вихідні дані – для магістерської дисертації за освітньо-професійною програмою) Тепловізійна прицільна система

5. Перелік завдань, які потрібно розробити Розробка математичної моделі для опису визначення координат прицілів зброї у межах обмеженого просторового орієнтування; розробка структури інформаційно-вимірювальної системи керування тепловізійною прицільною системою; вибір основних схемних рішень вузлів системи та розробка алгоритмів керування; проведення досліджень роботи розробленої системи; розробка стартап-проекту.

6. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу Презентація проекту

7. Орієнтовний перелік публікацій Стаття «Тепловізійна прицільна система»

8. Консультанти розділів дисертації*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Стартап-проект	Бояринова К.О., д.е.н., доцент, викладач кафедри менеджменту		

9. Дата видачі завдання 01.09.2020 року.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Аналіз існуючих підходів до лінійних вимірювань тепловізійної прицільної системи	01.09.2020-20.09.2020	
2	Розробка математичної моделі для опису визначення координат прицілів зброї у межах обмеженого просторового орієнтування	21.09.2020 - 10.10.2020	
3	Розробка структури інформаційно-вимірювальної системи керування тепловізійною прицільною системою	11.10.2020– 31.10.2020	
4	Вибір основних схемних рішень вузлів системи та розробка алгоритмів керування	01.11.2020-15.11.2020	
5	Проведення досліджень роботи розробленої системи	16.11.2020 – 30.11.2020	
6	Розробка стартап-проекту	01.12.2020 – 07.12.2020	
7	Оформлення розділів та підготовка до захисту	08.12.2020 – 15.12.2020	

Студент

(підпис)

(ім'я, прізвище)

Науковий керівник дисертації

(підпис)

(ім'я, прізвище)

* Консультантом не може бути зазначено наукового керівника

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація на тему: «Тепловізійна прицільна система»

Об'єкт дослідження: Методи визначення координат прицілів зброї у межах обмеженого просторового орієнтування

Предмет дослідження: Тепловізійна прицільна система

Мета роботи: Розробка методів прицілювання в межах обмеженого просторового орієнтування

Методи дослідження та апаратура: Побудова та перевірка принципових електричних схем в симуляційному програмному забезпеченні P-CAD 2006 Schematic. Огляд багатьох складових параметрів надійності та запропоновано власний підхід до їх реалізації. Розроблено сучасну систему тепловізійного прицілювання використовуючи покращені існуючі рішення та підходи до забезпечення надійності.

Результати роботи та їхня новизна: В результаті виконання магістерської дисертації було розроблено пристрій для ведення прицілювання в межах обмеженого просторового орієнтування. Розроблено методи розрахунку балістичних таблиць та внесення відповідних поправок у приціл за допомогою підсистеми лінійних вимірювань. Знижено цінові показники тепловізійних систем прицілювання. Розроблено програмний засіб для зменшення часу реагування системи на введення показників при критичній ситуації.

ABSTRACT

Master's dissertation on the subject: " Thermal vision sighting system "

Object of research: Methods for determining the coordinates of weapons sights within the limited spatial orientation.

Subject of research: Thermal vision sighting system

Purpose: Development of aiming methods within the limited spatial orientation

Research methods and equipment: Construction and verification of basic electrical circuits in the simulation software P-CAD 2006 Schematic. An overview of many components of reliability parameters and our own approach to their implementation. A modern system of thermal imaging aiming has been developed using improved existing solutions and approaches to ensure reliability.

Results of work and their novelty: As a result of the master's dissertation, a device for aiming within a limited spatial orientation was developed. Methods for calculating ballistic tables and making appropriate corrections to the sight using the subsystem of linear measurements have been developed. The price indicators of thermal imaging aiming systems have been reduced. A software tool has been developed to reduce the system response time to the input of indicators in a critical situation.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
1) АНАЛІЗ КОМПОНЕНТІВ СИСТЕМИ.....	10
1.1) Відеокамери.....	10
1.2) Тепловізор.....	12
1.2.1) Високотемпературні.....	14
1.2.2) Вимірювальні.....	14
1.2.3) Переносні.....	15
1.2.4) Стаціонарні.....	16
1.2.5) Спостережні.....	16
1.3) Оціночна плата.....	17
1.4) Відео-процесор.....	20
1.5) Екран виводу.....	23
1.6) Блок живлення.....	31
1.6.1) Літій-іонні.....	32
1.6.2) Свинцево-кислотні.....	33
1.6.3) Літій-марганцеві.....	34
1.6.4) Нікель-кадмієві.....	35
1.7) Висновки до розділу.....	35
2) ОБГРУНТУВАННЯ АКТУАЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВІЗІЙНОХ ПРИЦІЛЬНОЇ СИСТЕМИ	36
2.1) Траєкторія польоту снаряда.....	36
2.1.1 Сила опору повітря.....	37

2.1.2 Форма снаряду.....	38
2.2) Балістичні таблиці.....	39
2.3) Розрахунок параметрів.....	42
2.4) Відмінності тепловізійної системи від системи нічного бачення.....	43
2.6 Висновки до розділу.....	46
3) РОЗРОБКА ФУНКЦІЙНОЇ СХЕМИ ТЕПЛОВІЗІЙНОЇ ПРИЦІЛЬНОЇ СИСТЕМИ.....	47
3.1) Відеокамера.....	47
3.2) Тепловізор.....	48
3.3) Далекомір.....	49
3.4) Відео-декодер.....	49
3.5) Відео-процесор.....	50
3.6) Екран виводу.....	51
3.7) micro-USB.....	52
3.8) Батарейний блок.....	53
3.9) Функційна схема тепловізійної прицільної системи.....	55
3.10) Висновки до розділу.....	56
4) РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ ВІДЕОПОРТІВ.....	58
4.1) Аналоговий вхід.....	58
4.2) Цифровий вихід.....	59
4.3) Висновки до розділу.....	61
5) РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЕКТУ «ТЕПЛОВІЗІЙНА ПРИЦІЛЬНА СИСТЕМА».....	64

5.1) Опис ідеї проекту (товару, послуги, технології).....	64
5.2) Технологічний аудит ідеї проекту.....	66
5.3) Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту.	68
5.4) Розроблення ринкової стратегії проекту.....	78
5.5) Розроблення маркетингової програми стартап-проекту..	81
5.6) Висновки до розділу.....	85
ВИСНОВКИ.....	87
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	89
Додаток А	
Додаток Б	

ВСТУП

У зв'язку з тим що ситуація в світі з кожним днем стає більш напруженою військова сфера розвивається великими темпами. В Україні це питання стоїть досить гостро адже наші військові використовують закордонні пристрої, що є дорогими та надійними або пристрої радянського часу, що є дешевшими але вже не є достатньо технологічними.

Для ефективного ведення військових дій у нічний час доби потрібне навісне обладнання на техніку у вигляді тепловізійної системи. Вони можуть використовуватися для слідування або наведення за теоретичним противником.

Сучасні тепловізійні системи є досить дорогими пристроями, а їх дешевші аналоги мають багато недоліків.

Метою цієї магістерської дисертації є створення вітчизняної тепловізійної системи прицілювання що буде досить легкою у використанні та більш дешевою.

1. АНАЛІЗ КОМПОНЕНТІВ СИСТЕМИ

1.1 Відеокамери

Відеокамера потрібна для захоплення зображення та накладання на нього меню функцій та сітку прицілу.

Для даної магістерської дисертації розглядались наступні види відеокамер:

1)Побутові



Рис.1 Вигляд побутової камери

2)Професіональні



Рис.2 Вигляд професійної камери

3) Спеціальні



Рис.3 Вигляд спеціалізованої камери

Побутові відеокамери хоч і є дешевими але не є функціональними і досить великі за габаритами. Також потребують багато електроенергії.

Професійні камери дуже дорогі та громіздкі. Потребують дуже багато енергії.

Спеціальні камери в основі своїй є малими та дешевими. Наприклад камера для автомобільної системи допомоги паркування.

Так як в дисертації ми будемо використовувати плату для переведення сигналу з аналогового в цифровий то можна використовувати і камеру з аналоговим відеовиходом. Для цілей поставлених в дисертації вистачить чіткості зображення Full HD (1920x1080 точок) або HD Ready (1280x720 точок). Такої чіткості можливо досягти навіть звичайними маленькими камерами з парктроніку. Так як вони є малими та потребують мало енергії то такі пристрої є ідеальними для даного проекту. Нижче наведений приклад такої камери.



Рис.3 Камера парктроніка

З такої камери відео передається через порт CVBS, далі цей відео потік можна перевести у цифровий та обробляти його.

1.2 Тепловізор

Для можливості здійснення прицілювання в межах обмеженого просторового орієнтування необхідно мати тепловізор в складі тепловізійної прицільної системи.

Тепловізор – це пристрій, що уловлює ІЧ (інфра-червоне) випромінювання, яке невидиме людському оку. Балометрична матриця, що входить в склад тепловізора містить в собі піксель що може вимірювати температуру.

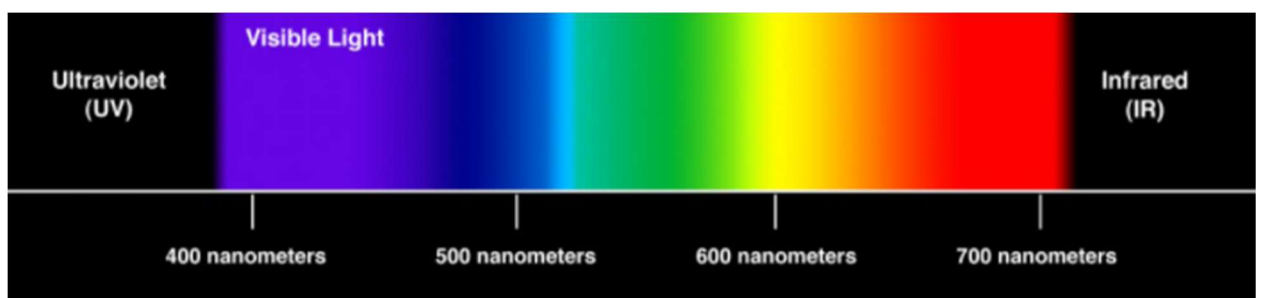


Рис.4 Кольори видимого спектра. Справа знаходиться інфрачервоний діапазон

Для тепловізора не стають перешкодою задимлені або запилені області. Тому він прекрасно підходить для службових операцій в складних умовах. Перешкодою також не стають маскувальні костюми, несучільні огорожі та чагарники. Тепловізор також має змогу побачити залишкове тепло та свіжі сліди на снігу.

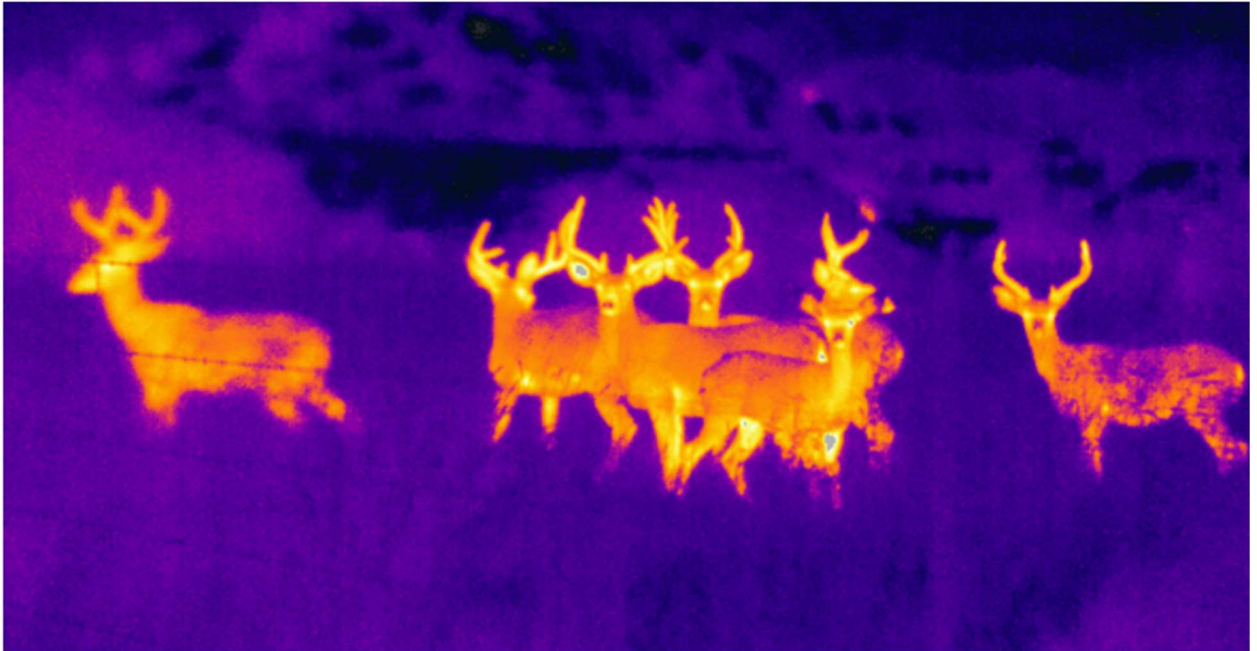


Рис.5 Приклад фото з тепловізора

Одним з найважливіших параметрів тепловізорної системи є розширення болометричної матриці. Розширення (кількість пікселів по горизонталі та вертикалі) – визначає якість отриманого зображення. Чим більше розширення тим більше пікселів: це призводить до збільшення деталізованості отримуваної картини. Не менш важливим параметром є розмір пікселя, у матрицях, що використовуються сьогодні – розмір пікселя як правило становить 25 або 17 мікрон. В тепловізійних системах частота кадрів варіюється в межах від 9 до 60 Гц. Цей параметри впливає на комфортність спостереження та дає змогу більш швидкої реакції.

Тепловізори поділяються на:

- 1) Високотемпературні;
- 2) Вимірювальні;

- 3) Переносні;
- 4) Стационарні;
- 5) Спостережні;

1.2.1 Високотемпературні

Високотемпературні тепловізори використовуються для вимірювання температури більше 1000 градусів Цельсія. Вони використовуються для вимірювань температури вузлів які працюють в умовах високих температур, наприклад вузли котлів та печей в ливарних цехах.



Рис.5 Високотемпературний тепловізор

1.2.2 Вимірювальні

Вимірювальні тепловізори це тепловізори для вимірювання поверхні в цілях отримання значень температури. Екран в таких тепловізорах кольоровий, що дає змогу наглядно оцінити температуру об'єкта на термограмі. Чутливість таких тепловізорів вища.

Такі пристрої часто використовуються у будівництві, в медичній сфері, та при діагностиці електричних вузлів. До таких тепловізорів можна віднести пірометри. Це недорогі пристрої що показують термограму меншої якості , але таке розширення дозволяє помітити аномальні зони охолодження або нагріву.



Рис.6 Вимірювальний тепловізор

1.2.3 Переносні

Переносні тепловізори це пристрої, що використовуються для вимірювання у важкодоступних місцях. В основі їх болометричної матриці використовується кремній. З огляду на їх розмір вони виконані без охолодження матриці. Більшість тепловізорів виконані саме у переносному варіанті.



Рис.7 Переносний тепловізор

1.2.4 Стационарні

Стационарні тепловізори – це потужні тепловізор в яких присутнє охолодження матриці. Так як їх конструкція важка та велико то вони не пристосовані для перенесеного використання. Такі пристрої використовуються в основному на великих підприємствах для контролю за станом обладнання, у військовій сфері для використання на техніці та ін.



Рис.8 Стационарний тепловізор

1.2.5 Спостережні



Рис.9 Спостережний тепловізор

Даний тип тепловізорів має монохромну матрицю, що підвищує контрастність спостережуваних об'єктів, що призводить до збільшення видимості. Такі тепловізори використовуються у військовій сфері, силовими структурами, мисливстві, при пошукових операціях та ін.

1.3 Оціночна плата

Для коректного відображення відео потоку потрібно використовувати оціночну плату що повинна автоматично визначати та перетворювати стандартні аналогові телевізійні сигнали базової смуги, сумісні зі світовими стандартами NTSC, PAL та SECAM на компонентне відео 4: 2: 2 дані, сумісні з 8-розрядним стандартом інтерфейсу ITU-R BT.656.

Найкращим вибором в цій категорії пристроїв буде ADV7180 адже він має невисоку ціну порівняно з аналогічними пристроями. При цьому у нього є 3 вхідних відео канала з вбудованим фільтром згладжування та може працювати при температурі від -40°C до $+125^{\circ}\text{C}$ для кваліфікованих систем. Живлення даної оціночної плати потребує 1.8 В



Рис.10 Оціночна плата

Перевагами цієї плати над іншими є:

- 1) Низька ціна
- 2) Низьке енергоспоживання
- 3) Можливість роботи в не нормальних умовах
- 4) Можливість підключити не лише вибрану камеру, а й інші відеовиходи з роз'ємами Y/C (S-Video), та YPrPb (component)
- 5) 2-провідний послідовний інтерфейс MPU (сумісний з I2C)

Ця плата розрахована для:

- 1) Цифрових відеокамер та КПК
- 2) Недорогих декодерів SDTV PIP для цифрових телевізорів
- 3) Багатоканальних відео реєстраторів для відео захисту
- 4) AV-приймачів та перекодування відео
- 5) Захоплення відео на основі PCI / USB та карти ТВ-тюнера
- 6) Персональних медіа-плеєрів та реєстраторів
- 7) Смартфонів / мультимедійних телефонів
- 8) Автомобільних / автомобільні інформаційно-розважальні блоки
- 9) Камер заднього огляду / системи безпеки автомобіля

Функційна блок діаграма:

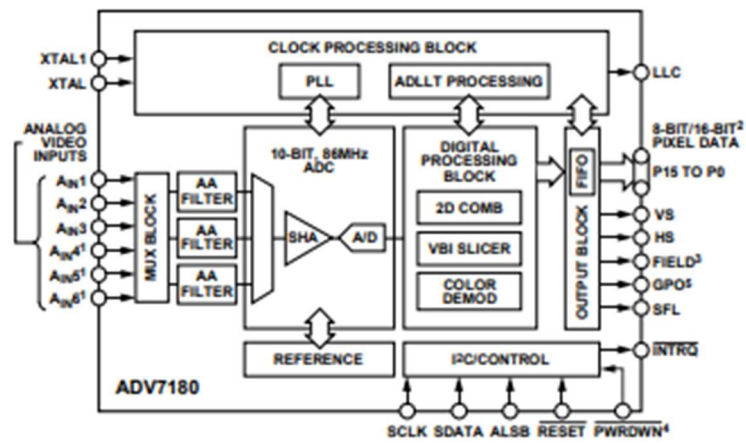


Рис.11 Функційна блок діаграма

Часова діаграма:

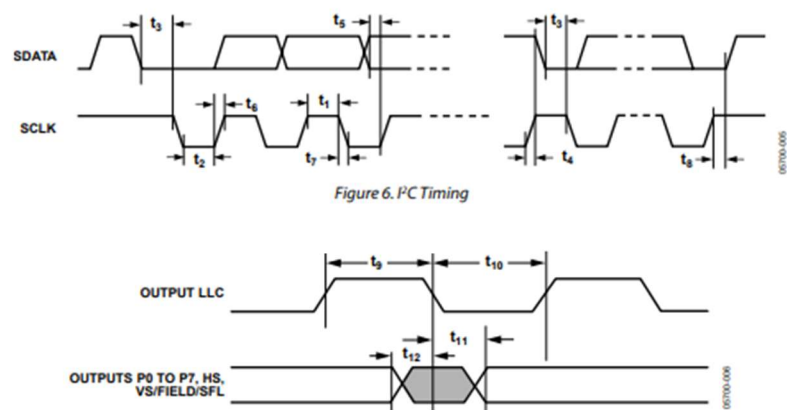


Рис.12 Часова діаграма

Підключення:

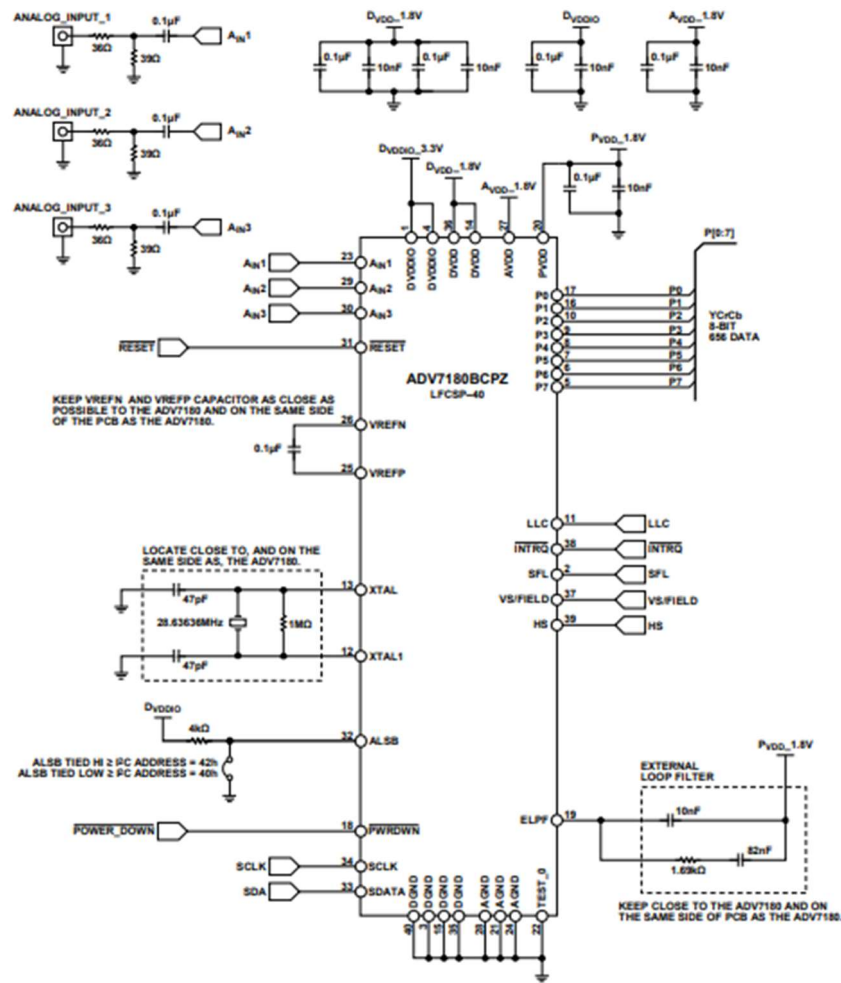


Рис.13 Підключення

З огляду на характеристики та переваги цієї оціночної плати я вирішив використати саме цю модель (ADV7180) адже вона підходить під всі поставлені задачі.

1.4 Відео-процесор

Відео процесор це пристрій відеосигналу, який може чергувати та масштабувати відео, SD, ED або HD відеоданих у формати HD. Його задачею повинно стати генерування растрового зображення на екрані (OSD) і вивід відео з екранним меню, накладеним на два передавачі (HDMI - High Definition Multimedia Interface) та відео декодер.

Вибір пав на два пристрої:

- 1) ADV8005;

2) ADV8003.

Ці два пристрої дуже схожі між собою, але ADV8005 має декілька непотрібних в даній дисертації функцій та коштує дорожче. Тобто більш вигідною пропозицією є **ADV8003**.



Рис.14 Відео-процесор

Серед його функцій найбільш потрібними стануть :

- 1) Підтримка до 3 одночасних відео потоків, включаючи підтримка "картинка в картинці".
- 2) Екранне меню на основі растрових зображень, що дозволяє накладання на одному або декількох відеовиходах.
- 3) Безкоштовне поєднання екранного меню на будь-якій з 2 зон
- 4) Подвійні передавачі HDMI, що забезпечують можливість розгалужувача.
- 5) Підтримка багато форматного відеовиходу:
 - 1)Композитний (CVBS),
 - 2)S-Video (Y / C)

3) компонентний YPrPb(SD, ED та HD).

Функційна схема ADV8003

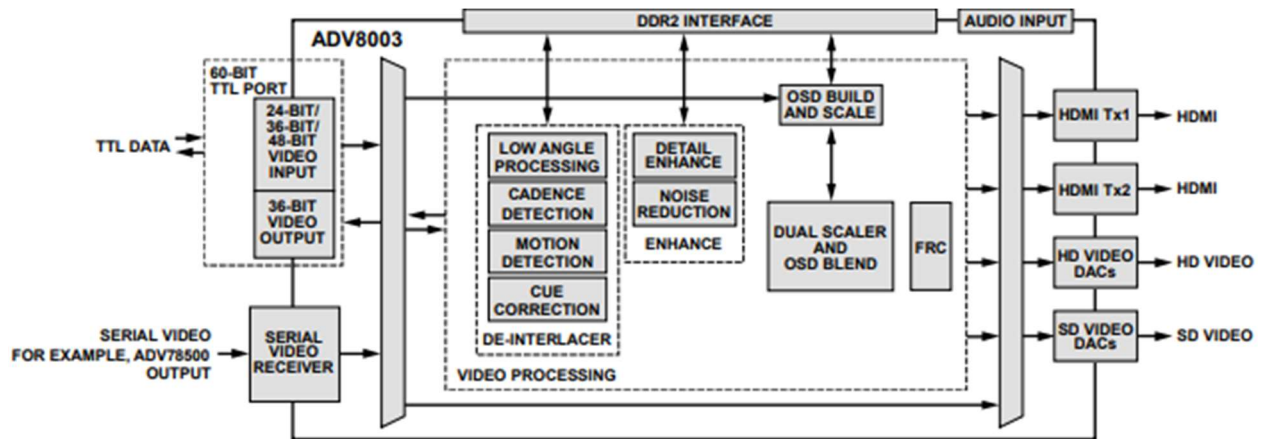


Рис.15 Функційна схема

Відео можна вводити в ADV8003 кількома способами:

- 1) Використовуючи 48-бітний порт пікселів TTL, використовуючи 24-бітове зовнішнє екранне меню
- 2) Піксельний порт TTL або з пристрою з таким передавачем HDMI як ADV7850.

ADV8003 підтримує багато форматів викладені в специфікаціях CEA-861 та VESA, а також кілька інших широко використовуваних форматів синхронізації.

Відео декодер

ADV8003 має високошвидкісний цифро-аналоговий відео декодер. Підтримує шість 12-розрядних цифрових ЦАП NSV, 3,3 В відео композит (CVBS), S-Video (Y-C) та компонент(YPrPb / RGB) аналогові виходи у стандартній роздільній здатності (SD), відео з покращеною роздільною здатністю (ED) або високою роздільною здатністю (HD) формати. Також можна включити відео декодер з ADV8003 для роботи в одночасних режимах, де обидва SD та виводяться формати ED / HD.

Особливості декодера включають наступне:

- Шість 12-розрядних ЦАП NSV, здатних виводити відео стандарти до 1080p з додатковою перед-дискретизацією
- Підтримка багато форматного відеовиходу; композит (CVBS), S-Video (Y-C), компонент YPrPb (SD, ED та HD), та компонентний RGB (SD, ED та HD)
- Одночасна робота SD та ED / HD
- Система управління генерацією копій (CGMS)
- Закриті субтитри та широкоформатна сигналізація (WSS)

Таким чином можна сказати, що цей пристрій підходить під виконання завдання поставленого в магістерській дисертації.

1.5 Екран виводу

Для того щоб можливо було розібрати, що показує наш пристрій потрібний екран для виводу зображення, що надходить з відео процесора.

На сьогоднішній день було винайдено багато типів екранів від чорно-білих до 3Д екранів, але сенсу розглядати більшість з них (E-Ink(використовується в основному для електронних книжок); OLED/AMOLED/SuperAMOLED(використовується в основному для мобільних телефонів та дорогих телевізорів) та інші) для вибору – немає.

Розглядати тип дисплею є сенс з рідкокристалічних екранів (LCD)

До таких екранів відносяться матриці виконані за технологіями:

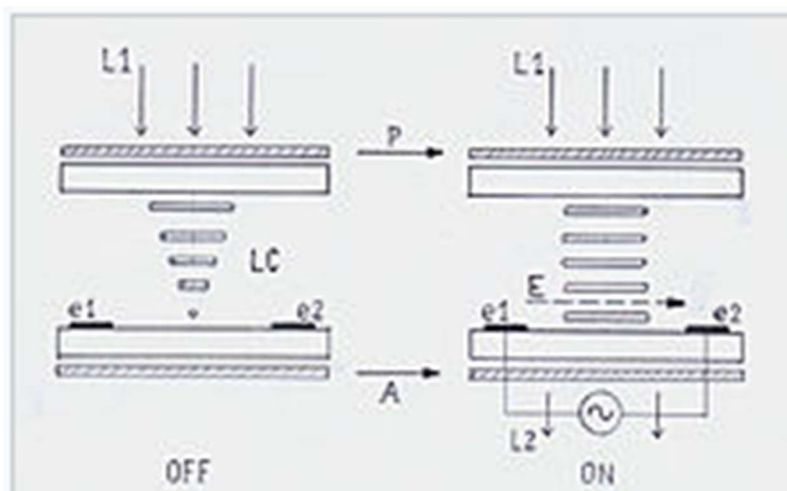
- 1) TN+f
- 2) IPS(SFT)
- 3) VA/MVA/PVA

1) До переваг матриці виконаної за технологією TN+f можна віднести найменший час відклику та дешевизна. Але не дивлячись на ці плюси недоліки цієї матриці не дадуть змогу зручно використовувати її. До недоліків можна віднести найменший кут огляду серед інших технологій та малу контрастність.



Рис.16 Приклад TN дисплею під великим кутом погляду

2) Технологія IPS (в площині перемикання), або SFT (супер тонкий TFT), була розроблена компаніями Hitachi та NEC в 1996 році.



(Рис.18 Схема роботи IPS

Ці компанії використовують різні назви цих технологій - NEC використовує «SFT», а Hitachi - «IPS». Технологія попередньо визначена для виведення від недостатків TN + film. Хоча за допомогою IPS і вдалося отримати збільшення звуку до 178° , а також високу контрастність та кольоро-передачу, час відкликання залишається на низькому рівні.



Рис.19 Порівняльна фотографія матриці S-IPS

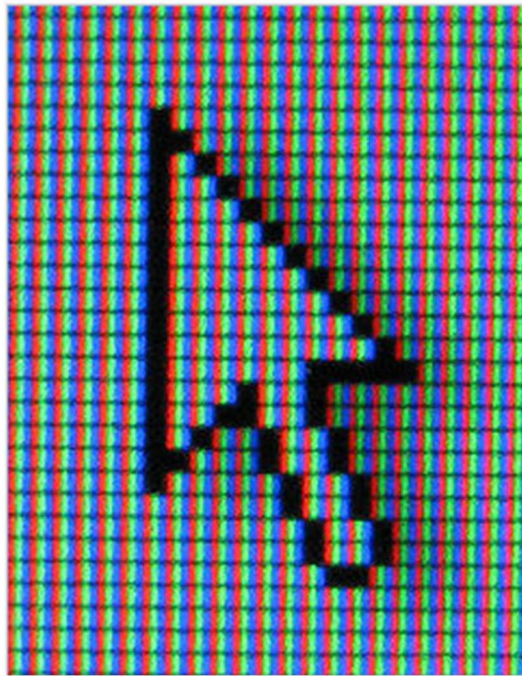


Рис.20 Порівняльна фотографія TN матриці

Якщо до матриці IPS не застосовується напруга, молекули рідких кристалів не повертаються. Другий фільтр завжди повернути перпендикулярно першому, і світ через нього не проходить. Отже, відображення чорного кольору наближене до ідеалу. При додаванні напрямків молекули рідких кристалів повертаються перпендикулярно своєму початковому положенню і пропускають світ.

Розвиток технологій IPS фірмою LG

Назва	Коротке позначення	Рік	Примітки
Super-IPS	S-IPS	2001	LG Display залишається одним з найбільших виробників панелей на базі технології Hitachi Super-IPS.
Advanced super-IPS	AS-IPS	2005	Покращено контрастність із розширеною колірною схемою.

Horizontal IPS	H-IPS	2007	Існує ще більший контраст і візуальна більш однорідна поверхня екрану. Існує також передова технологія True Wide Polarizer на основі поляризаційний фільм NEC, щоб досягти більш широких кутів огляду, усуваючи світло при перегляді під кутом. Використовується в професійній графічній роботі.
Enhanced IPS	e-IPS	2009	Він має більш широку діафрагму для підвищення світлонепроникності в повністю відкритих пікселях, що дозволяє використовувати більш дешеві лампи освітлення, з меншим енергоспоживанням. Покращено діагональний кут огляду, а час відгуку зменшено до 5ms.
Professional IPS	P-IPS	2010	Забезпечує 1,07 млрд кольорів (30-бітна глибина кольору). Більш можливі орієнтації для субпікселя (1024 проти 256) і краща глибина істинної передачі кольору.
Advanced high performance IPS	AH-IPS	2011	Покращено передачу кольорів, збільшено роздільну здатність та ІПП, збільшено яскравість та зменшено енергоспоживання.

Поліпшеною різновидом IPS є H-IPS, яка успадковує всі переваги технології IPS з одночасним зменшенням часу відгуку і збільшенням контрастності. Кольоровість кращих H-IPS-панелей не поступається звичайним моніторам ЕПТ. H-IPS і дешевша e-IPS активно використовується в панелях розміром від 20 ".AS-IPS (Advanced Super IPS - розширена супер-IPS) - також була розроблена корпорацією Hitachi в 2002 році. В основному поліпшення стосувалися рівня контрастності звичайних панелей S-IPS, наблизивши його до контрастності S-PVA панелей.

Розвиток технологій IPS фірмою Hitachi

Назва	Коротке позначення	Рік	Перевага	Контрастність	Примітки
Super TFT	IPS	1996	Широкі кути огляду	100/100 Базовий рівень	Більшість панелей також підтримують реалістичну передачу кольорів (8 біт на канал). Ці поліпшення прийшли в більш повільний час відгуку, спочатку близько 50ms. Панелі IPS також були дуже дорогими.
Super-IPS	S-IPS	1998	Без зсуву кольору	100/137	IPS був витіснений S-IPS (Super-IPS, Hitachi Ltd. в 1998 році), який успадковує всі переваги технології IPS з одночасним скороченням часу відгуку
Advanced super-IPS	AS-IPS	2002	Высока контрастність	130/250	AS-IPS, також розроблений Hitachi Ltd. в 2002 році, підвищує в основному контраст традиційних панелей S-IPS до рівня, де вони прийшли на друге місце після деяких S-PVA.
IPS-provectus	IPS-Pro	2004	Высока контрастність	137/313	Технологія панелі IPS Alpha з більш широким кольором і контрастом, порівнянна з контрастом дисплеїв PVA і ASV без кутового світіння.
IPS alpha	IPS-Pro	2008	Высока контрастність		IPS-Pro наступного покоління
IPS alpha next gen	IPS-Pro	2010	Высока контрастність		Hitachi передає технологію Panasonic

H-IPS A-TW (горизонтальний IPS із вдосконаленим справжнім білим поляризатором) - розроблена LG Display для корпорації NEC [12]. Являє собою H-IPS панель з колірним фільтром TW (True White - «справжній білий») для додання білого кольору більшої реалістичності і збільшення кутів огляду без спотворення зображення (виключається ефект світіння РК-панелей під кутом

Розвиток технологій «super fine TFT» від NEC

Назва	Коротке позначення	Рік	Перевага	Примітки
Super fine TFT	SFT	1996	Широкі кути огляду, глибокий чорний	Більшість панелей також підтримують реалістичну передачу кольорів (8 біт на канал). У міру поліпшення кольору яскравість стала трохи нижче.
Advanced SFT	A-SFT	1998	Найкращий час відгуку	Технологія еволюціонувала до A-SFT (Advanced SFT, Nec Technologies Ltd. в 1998 році), значно скоротивши час відгуку.
Super-advanced SFT	SA-SFT	2002	Висока прозорість	SA-SFT, розроблена nec Technologies Ltd. в 2002 році, покращила прозорість в 1,4 рази в порівнянні з A-SFT.
Ultra-advanced SFT	UA-SFT	2004	Висока прозорість, кольоропередача	Вона досягла в 1,2 рази більше прозорості, ніж SA-SFT, 70% покриття кольорового діапазону NTSC і підвищений контраст.

AFFS (Advanced Fringe Field Switching, неофіційне назва - S-IPS Pro) - подальше поліпшення IPS, розроблена компанією BOE Hydis в 2003 році.

Збільшена напруженість електричного поля дозволила добитися ще більших кутів огляду і яскравості, а також зменшити міжпиксельна відстань.

3) Технологія VA (скор. Від vertical alignment - вертикальне вирівнювання) була представлена в 1996 році компанією Fujitsu. Рідкі кристали матриці VA при вимкненому напрузі вирівняні перпендикулярно по відношенню до другого фільтру, тобто не пропускають світло. При додатку напруги кристали повертаються на 90° , і на екрані з'являється світла точка. Як і в IPS-матрицях, пікселі при відсутності напруги не пропускають світло, тому при виході з ладу видно як чорні точки.

Спадкоємицею технології VA стала технологія MVA (multi-domain vertical alignment), розроблена компанією Fujitsu як компроміс між TN- і IPS-технологіями. Горизонтальні і вертикальні кути огляду для матриць MVA складають 160° (на сучасних моделях моніторів до $176-178^\circ$), при цьому, завдяки використанню технологій прискорення (RTC), ці матриці не сильно відстають від TN + Film за часом відгуку. Вони значно перевищують характеристики останніх по глибині кольорів і точності їх відтворення.

Перевагами технології MVA є глибокий чорний колір (при перпендикулярному погляді) і відсутність як гвинтової структури кристалів, так і подвійного магнітного поля.

Недоліки MVA в порівнянні з S-IPS: пропажа деталей в тінях при перпендикулярному погляді, залежність колірного балансу зображення від кута зору.

Аналогами MVA є технології:

PVA (patterned vertical alignment) від Samsung;

Super PVA від Sony-Samsung (S-LCD);

Super MVA від Chi Mei Optoelectronics

ASV (advanced super view), також називається ASVA (axially symmetric vertical alignment) від Sharp. Подальший розвиток технології ASV - UV2A (Ultraviolet-induced Multi-domain Vertical Alignment);

AMVA від AU Optronics

Матриці MVA / PVA вважаються компромісом між TN і IPS, як за вартістю, так і за споживчими властивостями.

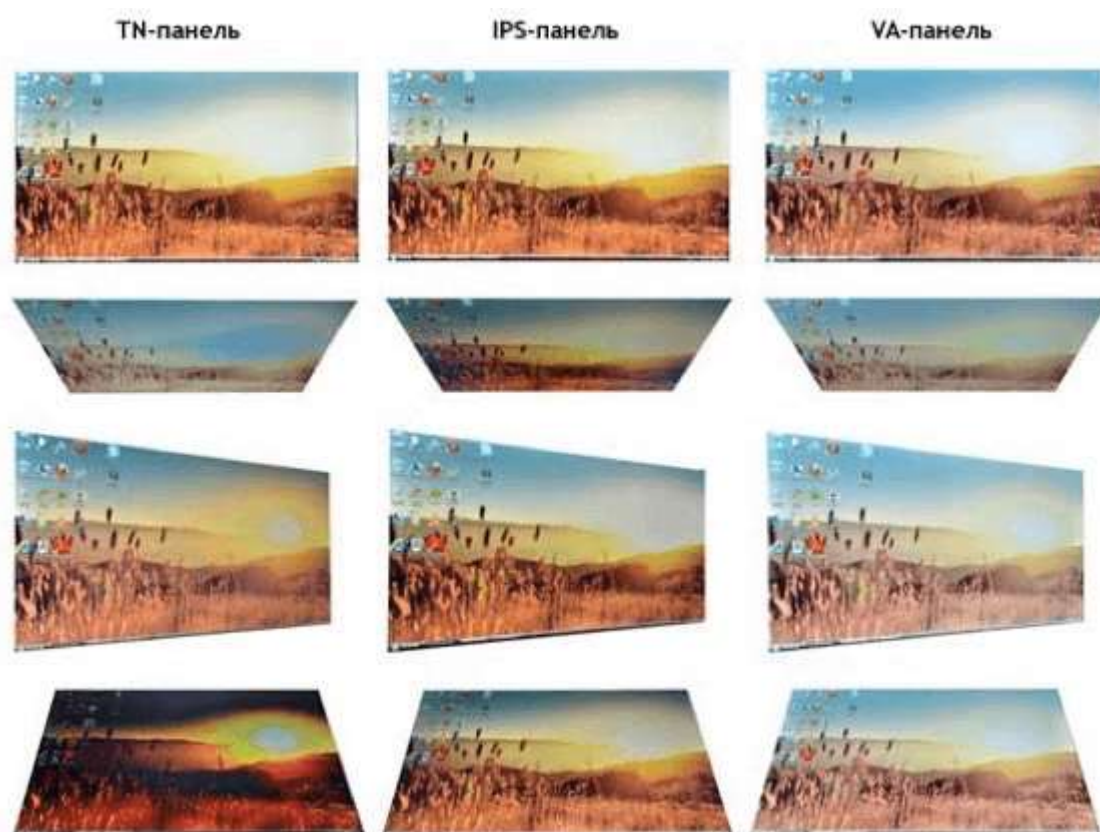


Рис.21 Порівняння технологій матриць

1.6 Блок живлення

В завданні цієї дисертації важливо підтримувати безперервне живлення. Було розглянуто та реалізовано два методи живлення:

- 1) Від мережі.
- 2) Від акумуляторів.

Використання одразу двох типів живлення дозволить відкинути недоліки кожної з них за рахунок їх переваг.

Перевагою живлення від мережі є можливість використовувати пристрій довгий час та можливість заряджати вбудовані акумулятори. Мережеве живлення можливо використовувати якщо пристрій встановлено на техніку з можливістю автономного живлення за рахунок внутрішнього генератора.

Перевагою живлення від акумуляторів є можливість мобільного використання приладу.

Для акумуляторного живлення було розглянуто наступні приклади:

- 1) Літій-іонні акумулятори
- 2) Свинцево-кислотні акумулятори
- 3) Літій-марганцеві акумулятори
- 4) Нікель-кадмієві акумулятори

Розглянемо більш пристально кожен вид:

1.6.1 Літій-іонні

На даний момент ці акумулятори є найпоширенішими у світі за рахунок порівняльної дешевизни та можливості довгої роботи та великої кількості циклів перезаряду, проте вони не можуть забезпечити великі токи навантаження. Також такий тип акумуляторів вибухонебезпечний.



Рис.22 Літій-іонні акумулятори

1.6.2 Свинцево-кислотні

Такі акумулятори здатні витримувати дуже великі токи та мають велику ємність при малій ціні, але їх габарити не підходять для мобільного використання



Рис.23 Свинево-кислотний акумулятор

1.6.3 Літій-марганцеві

Хоч і є досить дорогими для використання, проте їх вибухобезпечність перекриває усі недоліки, адже забезпечення безпечного використання військової техніки є найбільш пріоритетним завданням.



Рис.24 Літій марганцеві акумулятори

1.6.4 Нікель-кадмієві

Хоч і є самими дешевими серед аналогів проте мають так званий «ефект пам'яті», що несе за собою дуже швидку втрату запасу енергії при неправильному перезаряджанні.



Рис.25 Нікель-кадмієві акумулятори

1.7 Висновки до розділу

В цьому розділі було виконано аналіз існуючих системних рішень для створення тепловізійної прицільної системи. А саме було розглянуто: можливі варіанти вибору блоку живлення, екрану виводу, оціночної плати, відео-процесора, тепловізійної системи та відеокамери.

Також було представлено короткий опис принципу їх роботи.

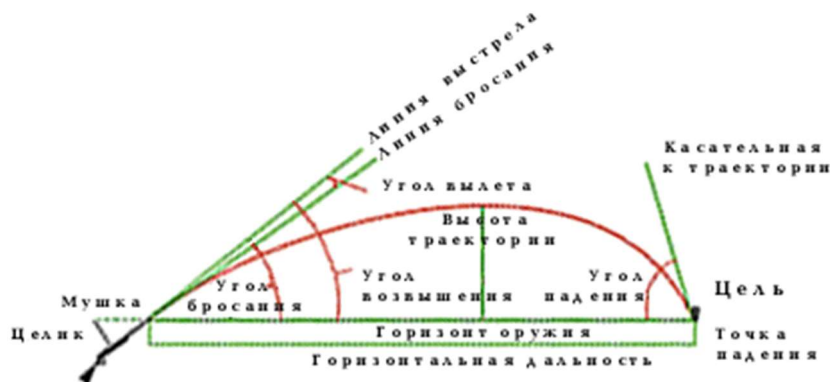
2. ОБГРУНТУВАННЯ АКТУАЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВІЗІЙНОЇ ПРИЦІЛЬНОЇ СИСТЕМИ

Тепловізійна прицільна система це багатофункціональний пристрій що дає змогу вести прицілювання в межах обмеженого просторового орієнтування. Він забезпечує надання візуальної інформації про місцезнаходження об'єкта, дальності до потенційної цілі, поправки на вітер, дає змогу прицілюватися в нічний час доби, при задимленості або запиленості місцевості. Це дає змогу вести точну прицільну стрільбу з розрахунком параметрів траєкторії польоту снаряду та з урахуванням значень балістичних таблиць.

2.1 Траєкторія польоту снаряда

Траєкторію польоту снаряда розраховують за балістичними показниками. Основними параметрами що впливають на траєкторію польоту тіла є:

- 1) Опір повітря;
- 2) Сила тяжіння;
- 3) Форма снаряду.



(Рисунок 2.1 Траєкторія польоту снаряда)

2.1.1 Сила опору повітря

Так як опір повітря впливає на снаряд сильніше за інші сили, то розглянемо його більш детально. Опір повітря виникає через в'язкість повітря. В'язкість можна пояснити наступним чином: при русі шар повітря, що примикає до снаряду через силу зчеплення рухається зі швидкістю польоту об'єкта. Наступний шар повітря на траєкторії руху снаряда в результаті сили внутрішнього зчеплення також приводиться у рух, але вже з декілька меншою швидкістю. Швидкість цього шару передається наступному і так далі допоки різниця швидкостей частинок не буде дорівнювати нулю.

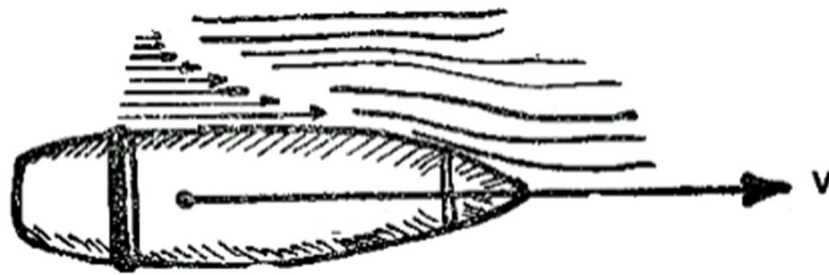


Рисунок 2.2 Візуальне відображення сили опору повітря

Щільність повітря описується функцією $H(y)$. Цю функцію можна розрахувати за емпіричною формулою В.Ветчинкина:

$$H(y) = \frac{20\,000 - y}{20\,000 + y},$$

де y – це висота польоту снаряда у метрах.

При стрільбі прямим наведенням з танкових чи артилерійських гармат $H(y)$ прирівнюється до 1.

Силу опору повітря в свою чергу можна розрахувати за наступною емпіричною формулою:

$$R = C \cdot \frac{\rho V^2}{2} \cdot S,$$

де C – балістичний коефіцієнт, S – площа поперечного розрізу снаряда, V – швидкість снаряда.

2.1.2 Форма снаряду

Від форми снаряду залежать його аеродинамічні характеристики. Якщо снаряд буде виконаний у формі кулі, то таким об'єктом не вдасться далеко вистрілити. Але якщо його форма буде обтікаюча, то такий снаряд вдасться запустити набагато подальше.

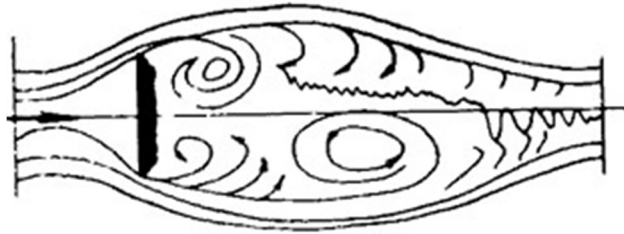


Рисунок 2.3 Аеродинамічні характеристики пластини

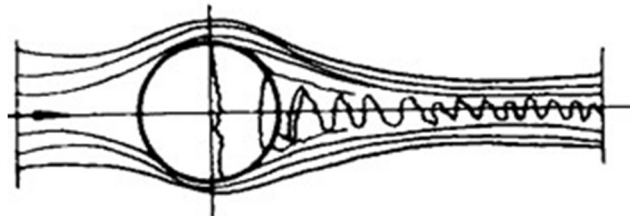


Рисунок 2.4 Аеродинамічні характеристики кулі

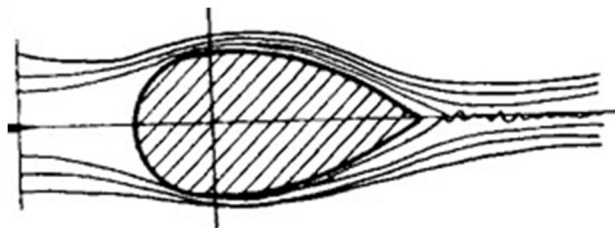


Рисунок 2.5 Аеродинамічні характеристики конусоподібного об'єкта

Для визначення коефіцієнту форми снаряду існують спеціальні таблиці, що були створені експериментальним шляхом. Чим менша величина коефіцієнту форми снаряда ти менша сила опору повітря.

Найменування снаряду	Величина коефіцієнта форми
14,5-мм куля	0,46
7,62-мм куля зразку 1943 року	0,56
82-мм міна	0,59
7,62-мм куля зразку 1908 року	0,61
9-мм куля	0,98

Так як снаряди літають не по прямій, а за кривою траєкторією, та на снаряд впливають зовнішні фактори у вигляді вітру, вологості, опору повітря, то потрібно вводити поправки на прицілювання. Такі поправки вибираються згідно балістичних таблиць.

2.2 Балістичні таблиці

Балістика – це наука, заснована на фізиці та математиці, про рух тіл, кинутих в просторі. Балістика в основі своїй займається розрахунком та дослідженням руху снарядів випущених з артилерійських гармат, стрілкової зброї та ракетних снарядів. Балістика поділяється на внутрішню та зовнішню балістику. Внутрішня вивчає рух снаряду всередині гармати. Зовнішня балістика вивчає рух снарядів у повітряному та безповітряному просторі під дією зовнішніх сил.

Балістичні таблиці – це таблиці, що містять в собі інформацію про поправки які потрібно ввести при прицілюванні. Таблиця містить в собі

декілька значень, а саме: дистанція до цілі (в метрах або ярдах), вертикальна поправка, боковий знос вітром. Часто до цих значень додається і інформація про швидкість снаряду при підльоті до цілі, час польоту в секундах і т.д.

Балістична таблиця складається для кожної системи (снаряд/гармата) окремо. Така таблиця створюється при пристрілці зброї на певну дистанцію. При зміні дистанції пристрілки, гармати, типу снаряду – таблицю необхідно переписувати. Враховується також температура гармати.

Одиницею виміру вертикальних поправок в таблицях зазвичай є кутова хвилина. Для переведення кутових хвилин в клацання прицілу необхідно помножити кутову хвилину на вартість одного клацання.

Існують також таблиці з значенням поправки в сантиметрах. Для переведення сантиметрів поправки в кутові хвилини необхідно використовувати формулу:

$$M = P / (1M * D),$$

де M- поправка в кутових хвилинах, P – поправка в сантиметрах, 1M – розмір однієї кутової хвилини на 100 метрів (=2,65 см), D – кількість сотень метрів до цілі.

Балістичні таблиці вибираються згідно з характеристикою снаряду. Характеризувати снаряд може декілька факторів, а саме:

- 1) Вага
- 2) Швидкість
- 3) Розмір

Швидкість кулі

Дальність в ярдах, швидкість в футах/сек

	У дульного среза	100	200	300	400	500	600
7,62x39 мм	2340	2080	1836	1606	1388	1190	1051
5,45x39 мм	2953	2663	2387	2130	1889	1662	1447
.308 168-грановая Match	2600	2420	2240	2070	1910	1760	1610
.308 175-грановая Match	2600	2420	2260	2090	1940	1790	1650

Зниження кулі

	100	200	300	400	500	600
7,62x39 мм	-3,5	-14,9	-37,0	-72,4	-106,9	-126,5
5,45x39 мм	-2,1	-9,2	-22,4	-43,2	-74,1	-117,7
.308 168-грановая Match	-2,5	-11,0	-26,4	-49,9	-82,9	-127,2
.308 175-грановая Match	-2,6	-11,0	-26,4	-49,8	-82,5	-126,3

Порівняльний зніс вітром 10 миль/год

	100	200	300	400	500
7,62x39 мм	1,5"	6,4"	15,2"	28,7"	47,3"
.308 168-грановая Match	0,8"	3,1"	7,4"	13,6"	22,2"
.308 175-грановая Match	0,6"	3,0"	7,0"	12,7"	20,8"

Енергія кулі в футо-фунтах

	У дульного среза	100	200	300	400	500	600
7,62x39 мм	1485	1172	913	699	522	384	299
5,45x39 мм	1026	834	671	534	420	325	246
.308 168-грановая Match	2520	2180	1870	1600	1355	1150	970
.308 175-грановая Match	2625	2285	1975	1705	1460	1245	1060

У таких таблицях можна побачити інформацію про траєкторію кулі в певних умовах та ввести поправки при прицілюванні.

Таблиця траєкторії 168-гранової кулі

Дальність пристрелки	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
100 ярдов	Ноль	-4,5	-15,9	-35,5	-64,6	-105	-159	-228	-315	-421
200 ярдов	+2,2	Ноль	-9,15	-26,5	-53,3	-91,5	-143	-210	-295	-400
300 ярдов	+5,3	+6,1	Ноль	-14,3	-38,1	-73,2	-121	-185	-267	-369
400 ярдов	+8,9	+13,3	+10,8	Ноль	-20,1	-57,6	-96,3	-157	-235	-333
500 ярдов	+13,0	+21,5	+23,1	+16,5	Ноль	-27,0	-67,6	-124	-198	-292
600 ярдов	+17,5	+30,5	+36,6	+34,5	+22,9	Ноль	-36,1	-87,8	-157	-247
700 ярдов	+22,6	+40,7	+51,9	+54,9	+48,4	+30,6	Ноль	-47,0	-112	-196
800 ярдов	+28,4	+51,4	+69,3	+78,1	+77,4	+65,4	+40,2	Ноль	-59,4	-139
900 ярдов	+35,0	+65,5	+89,1	+105	+110	+105	+86,4	+52,2	Ноль	-72,4
1000 ярдов	+42,2	+80,0	+111	+133	+147	+149	+137	+110	+65,2	Ноль

2.3 Розрахунок параметрів

Розрахунок параметрів для внесення поправки в приціл здійснюється за допомогою системи лінійних вимірювань. Ця система отримує значення дальності до цілі, щільності повітря, погодних умов та складності ландшафту.

До основних даних таблиць для ударної стрільби належать установки прицілу, горизонтальні дальності польоту X , висоти траєкторії Y , час польоту до точки падіння T , остаточна швидкість в точці падіння v_c і кут падіння θ_0 . Усі ці елементи зазначаються залежно від дальності польоту X , що задається через постійний табличний інтервал (через 200 м). Розрахунок основних табличних даних проводиться в два етапи. Перший етап. Спочатку обчислюють основні табличні елементи для кутів кидання, кратних 5° , і граничного для даної системи, а також для кутів кидання $1, 2, 3$ і 4° . Ці розрахунки проводяться за балістичною збіркою. Для цього з графіка $c = f(\theta_0)$, отриманого в процесі узгодження, знімають значення балістичного коефіцієнта для названих значень кутів кидання. Входять у балістичну збірку за величинами трьох параметрів: кута кидання, за відповідним цьому куту значенням балістичного коефіцієнта і табличною початковою швидкістю. Потім лінійною інтерполяцією за величиною балістичного коефіцієнта і початкової швидкості визначають необхідні елементи траєкторій. Другий етап. Розраховані значення табличних елементів поширюються (інтерполюються) через табличний інтервал дальності. Це поширення (інтерполяція) проводиться, як правило, графічним, а іноді аналітичним методом. Аналітичний метод базується на застосуванні інтерполяційних формул. Графічний метод полягає в побудові графіків залежності табличних елементів траєкторій від дальності польоту, а саме:

$$\Theta_0 = f_1(X), T = f_2(X), \theta_c = f_3(X), Y = f_4(X), v_c = f_5(X)$$

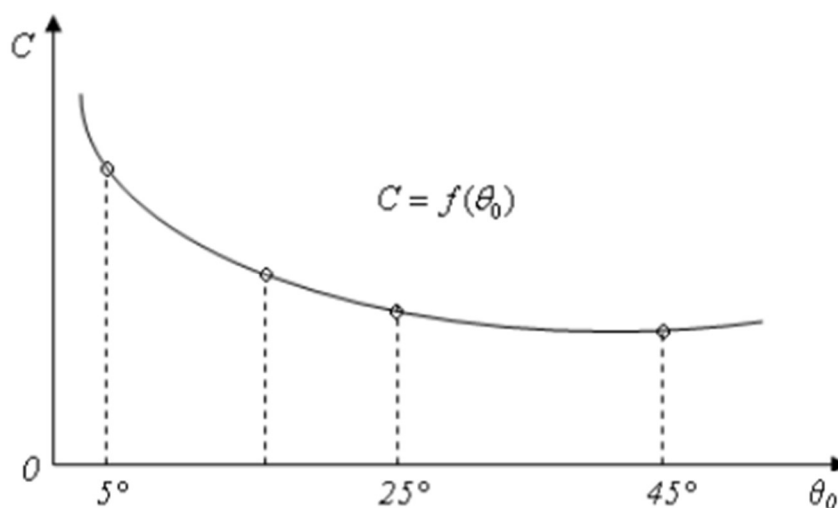


Рис. 2.6 Графік балістичного коефіцієнта

2.4 Відмінності тепловізійної системи від системи нічного бачення

Тепловізійна система як і ПНВ (пристрій нічного бачення) розроблені для можливості ведення спостереження в межах обмеженого просторового орієнтування. Але в їх конструкції та принципі їх дії є велика різниця.

Пристрій нічного бачення – це опто-електронна система розроблений для можливості ведення спостереження в нічний час доби.

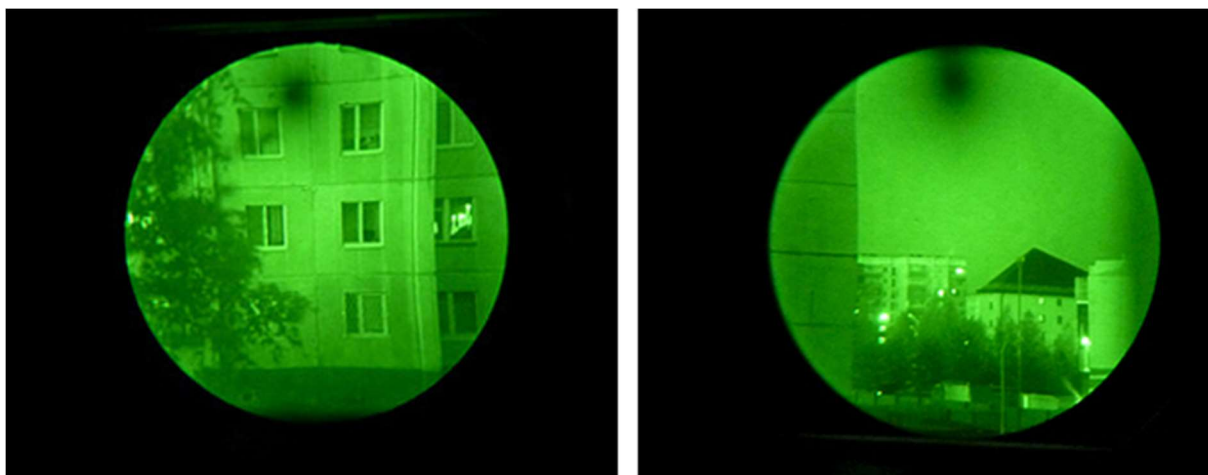


Рис. 2.7 Відображення картинки з ПНВ

Є декілька способів конструювання такого пристрою:

- 1) Пристрій нічного бачення, що підсилює ледь видне світло.

2) Пристрій нічного бачення, що бачить в ближньому ІЧ (інфра-червону) спектрі (довжина хвилі 0,7-1,5 мкм). Так як не існує об'єктів, що випромінюють таку хвилю, то такі пристрої використовують ІЧ підсвітку.



Рис. 2.8 Вигляд ПНВ

ПНВ мають як і свої переваги так і недоліки. Серед переваг можна виділити:

- 1) Простота використання;
- 2) Простота виготовлення;
- 3) Дешевизна;
- 4) Компактність;
- 5) Невелика вага
- 6) Довгий час неперервної роботи;
- 7) Високі експлуатаційні характеристики.

До недоліків можна віднести:

- 1) Неможливість периферійного зору;
- 2) Засвічення пристрою від джерела світлення;
- 3) Необхідність використання підсвітки;
- 4) Невеликий кут огляду;

Тепловізори – це пристрої що уловлюють невидимо людському оку ІЧ випромінювання на свій об’єктив та візуально відображають отриману інформацію на екрані. Так як за законами фізики усі об’єкти температура яких вища за абсолютний нуль (-273.15 градуса за Цельсієм), то для такої системи непотрібне підсвічування об’єкта.

Для тепловізора не стають перешкодою маскувальні костюми, чагарники і несучільні огорожі. За допомогою тепловізора можна побачити свіжі сліди на снігу і залишкове тепло. В умовах запиленості та задимленості тепловізори незамінні для дослідження простору зовні і всередині приміщень.

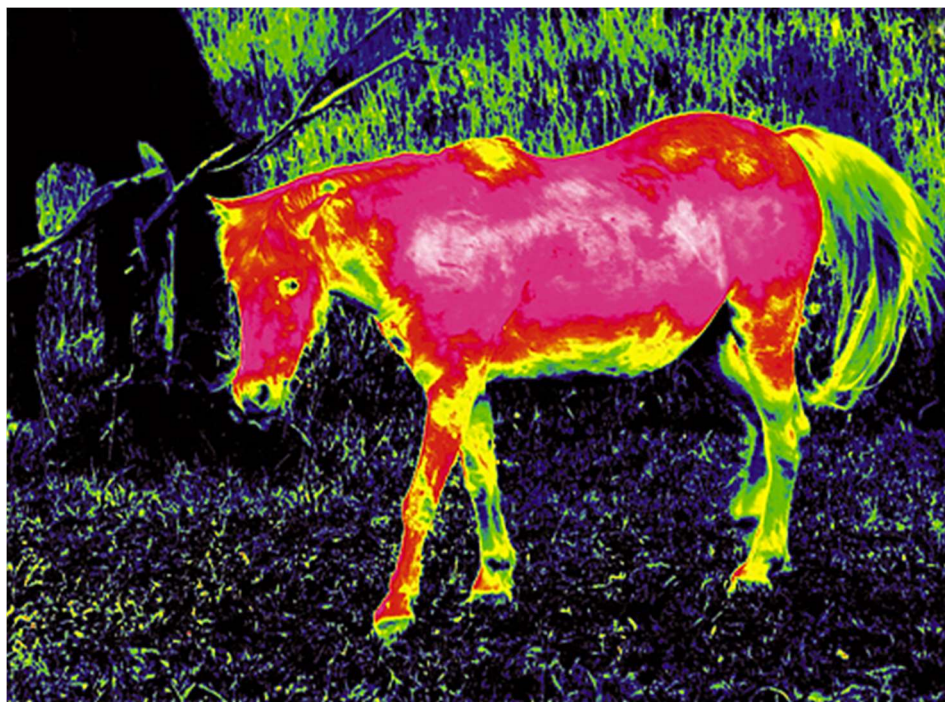


Рис. 2.9 Відображення картинки з тепловізора

До переваг тепловізійної системи можна віднести:

- 1) Можливість широкого кута огляду;
- 2) Можливість візуального оцінювання температури об’єкта;
- 3) Неможливість засвічування;

- 4) Можливе використання без підсвітки;
- 5) Видимість крізь несучільні огорожі;

До недоліків такої системи можна віднести:

- 1) Великі габарити;
- 2) Дороговизна виконання;
- 3) Складність використання;
- 4) Велика вага;
- 5) Неможливість постійного використання.

З даного опису видно, що використання саме тепловізійної системи, а не пристрою нічного бачення є обґрунтованим для виконання прицільної системи, що буде використана в межах обмеженого просторового орієнтування.

2.5 Висновки до розділу

В даному розділі була виконана робота щодо обґрунтування створення та використання тепловізійної прицільної системи. Основними аргументами в цьому питанні стояли: короткий опис траєкторії польоту снаряда, необхідність врахування балістичних поправок та відмінності між тепловізійними системами і системами нічного бачення.

3. РОЗРОБКА ФУНКЦІЙНОЇ СХЕМИ ТЕПЛОВІЗІЙНОЇ ПРИЦІЛЬНОЇ СИСТЕМИ

Тепловізійна прицільна система – це пристрій, що складається з багатьох компонентів. Тому для можливості більш детально зрозуміти, як працює тепловізійна прицільна система необхідно розробити функційну схему пристрою. Функційна схема повинна мати в собі наступні підсистеми: відеокамера, тепловізор, далекомір, процесор відеосигналу, центральний процесор, екран виводу, порт зарядки micro-USB, батарею живлення.

Для подальшої розробки тепловізійної прицільної системи необхідно розібрати принципи функціонування кожної із цих підсистем.

3.1 Відеокамера

Відеокамера працює наступним чином, об'єктив фокусує промені світла, що відбилися від об'єктів на відео-сенсор (матрицю). Цей сенсор перетворює потік фотонів в потік електронів, перетворює його на біти та передає цю інформацію далі для обробки.

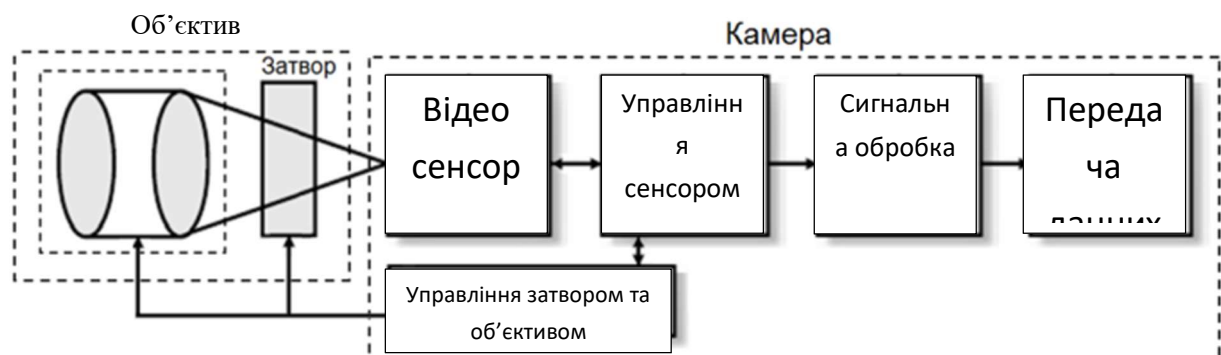


Рис 3.1. Схема роботи відео-камери

Цей сигнал обробляється у центральному процесорі та використовується для формування зображення на яке можна накласти картинку з тепловізора.

3.2 Тепловізор

Тепловізор працює за наступним алгоритмом:

на об'єктив потрапляє ІЧ(інфра-червоне) випромінювання де воно фокусується та потрапляє на балометричну матрицю. Балометрична матриця являє собою матрицю мініатюрних тонкоплівкових терморезисторів. ІЧ випромінювання нагріває ці терморезистори. У блоці електроніки відбувається перетворення температурних даних у відеосигнал та виводить його на відеовихід.

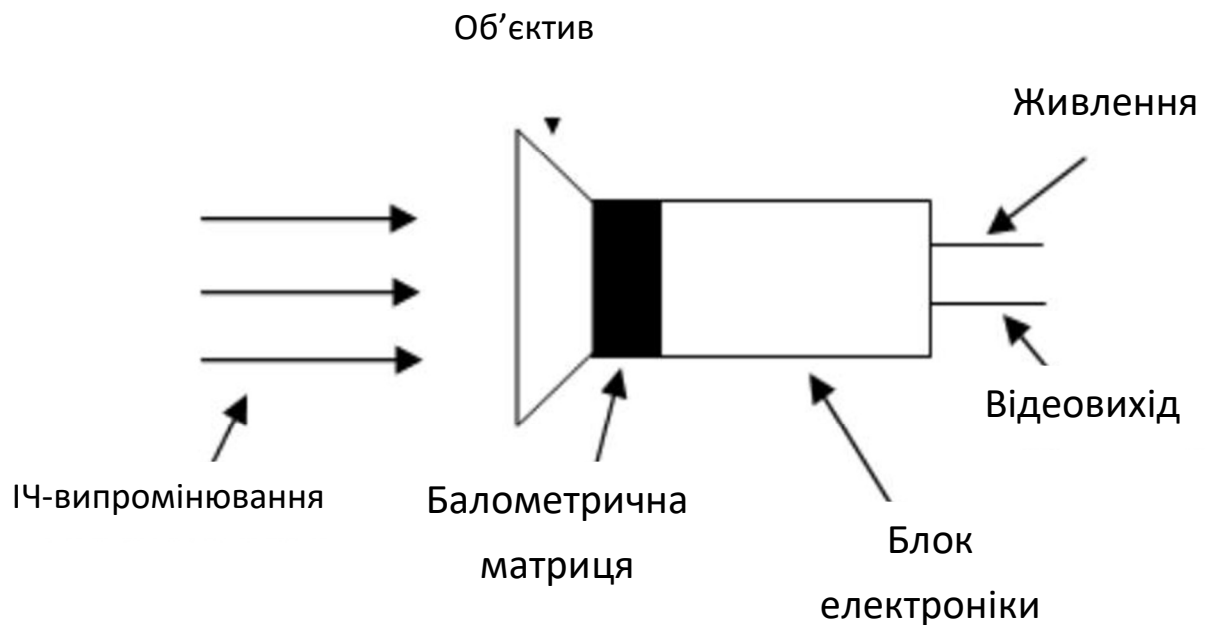


Рис 3.2 Схема роботи тепловізійної камери

3.3 Далекомір

Далекомір потрібен для отримання інформації щодо дистанції до об'єкта спостереження. Його дані використовує центральний процесор системи для розрахунку балістичних характеристик для наведення.

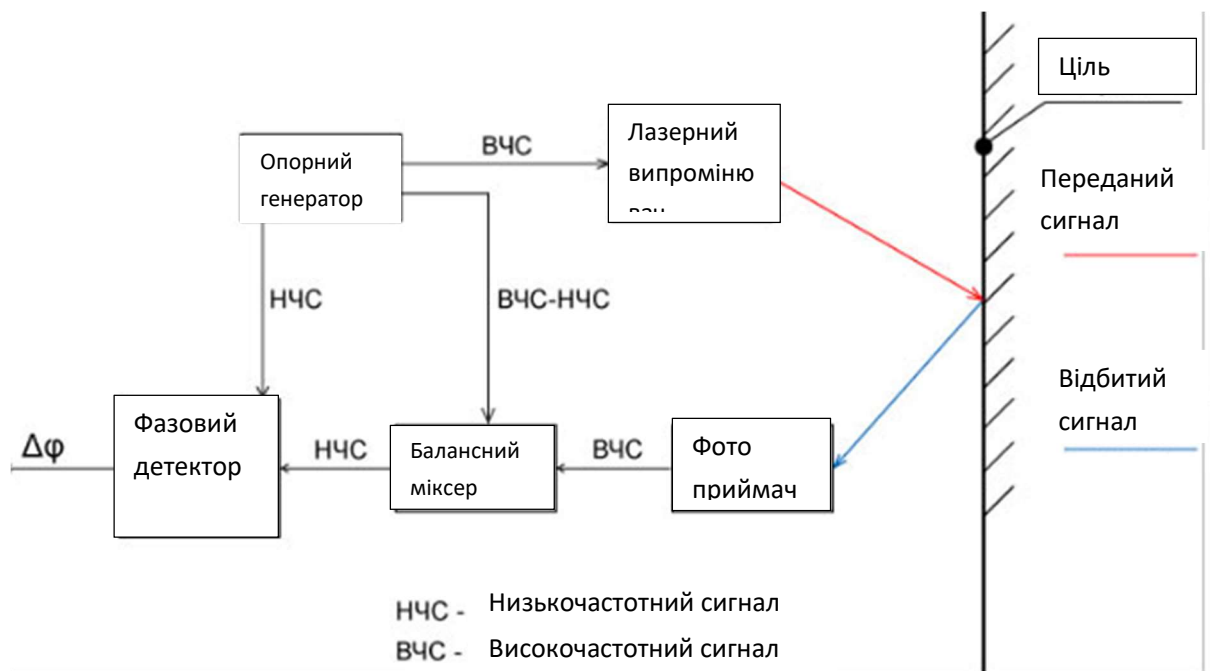


Рис 3.3 Схема роботи далекоміра

Далекомір випромінює лазерний промінь у напрямку цілі. Цей промінь відбивається від об'єкта спостереження та потрапляє на фотоприймач та обробляється час за який цей сигнал повернувся. Знаючи наступну формулу можна розрахувати відстань до об'єкта:

$$L = \frac{t}{v} ,$$

де L - шукана відстань, t — час за який промінь повернувся до фотоприймача, v — швидкість лазерного променя.

3.4 Відео-декодер

Відео-декодер повинен виконувати наступні функції: автоматично визначати та перетворювати стандартні аналогові телевізійні сигнали базової смуги, сумісні зі світовими стандартами NTSC, PAL та SECAM на компонентне відео 4: 2: 2 дані, сумісні з 8-розрядним стандартом інтерфейсу ITU-R BT.656.

З огляду на цінову політику пристрою та потрібні характеристики, то найкращим вибором в цій категорії буде система заснована на процесорі **ADV7180BCPZ (LFCSP-40)**. Перевагами цієї плати над конкурентами є

- 1) Низька ціна
- 2) Простота використання
- 3) Можливість підключити не лише вибрану камеру, а й інші відеовиходи з роз'ємами) Y/C (S-Video), та YPrPb (component)

Функційна діаграма цього пристрою виглядає наступним чином :

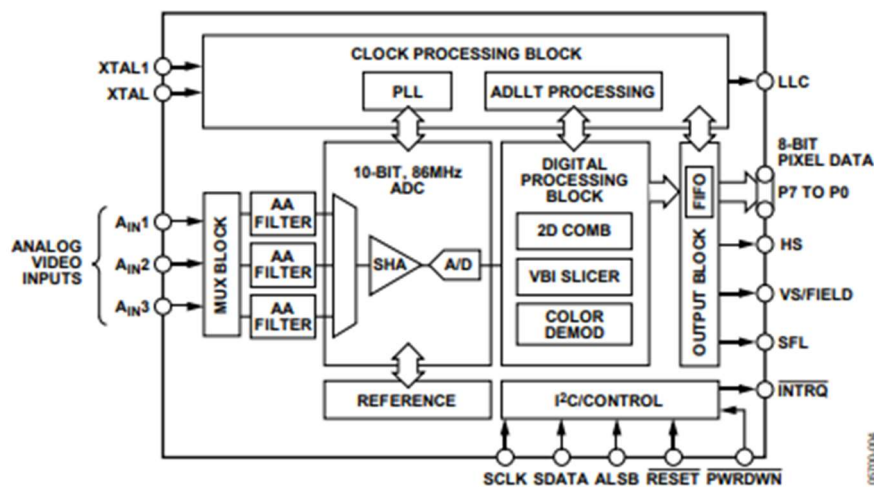


Рис 3.4 Схема роботи ADV7180BCPZ

3.5 Відео-процесор

Відео-процесор виконує функцію змішування відео-потоків з камери та тепловізора. Також в цьому процесорі буде виконуватись розрахунки для наведення прицілу з огляду на балістичні правки.

Він повинен чергувати та масштабувати відео, SD, ED або HD відеоданих у формати HD. Його задачею повинно стати генерування

растрового зображення на екрані (OSD) і вивід відео з екранним меню, накладеним на два передавачі (HDMI - High Definition Multimedia Interface) та відео декодер.

Таким пристроєм було обрано процесор **ADV8003KBCZ-8C**.

Функційна схема цього пристрою виглядає ось так:

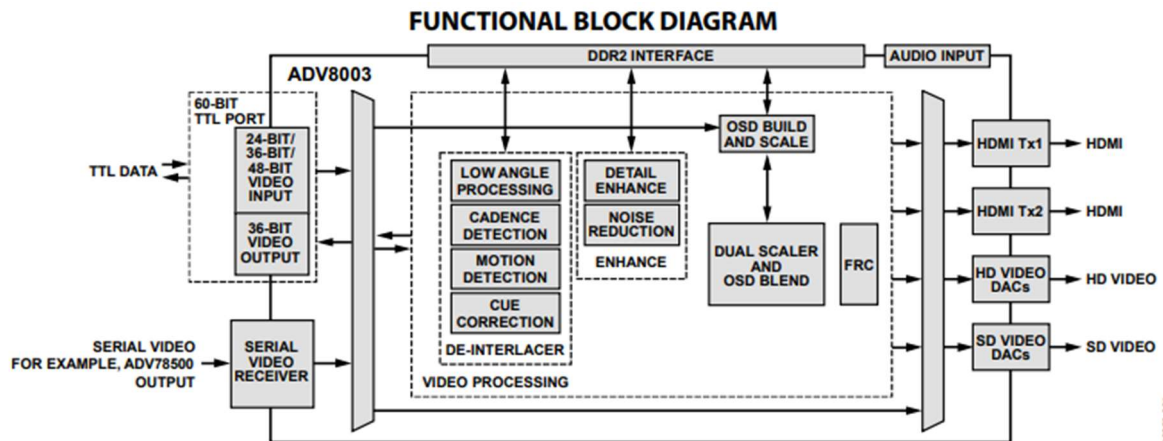


Рис 3.5 Функційна блок діаграма ADV8003KBCZ-8C

Головними функціями відео-процесора:

- 1) Підтримка до 3 одночасних відео потоків, включаючи підтримка "картинка в картинці".
- 2) Екранне меню на основі растрових зображень, що дозволяє накладання на одному або декількох відеовиходах.
- 3) Безкоштовне поєднання екранного меню на будь-якій з 2 зон
- 4) Подвійні передавачі HDMI, що забезпечують можливість розгалужувача.
- 5) Підтримка багато форматного відеовиходу:
 - 1)Композитний (CVBS),
 - 2)S-Video (Y / C)
 - 3)компонентний YPrPb(SD, ED та HD).

3.6 Екран виводу

Екран потрібен для можливості візуального оцінювання користувачем пристрою наданої інформації. Кристали в IPS матриці повертаються при

прикладені електричного поля всі разом. Зміна орієнтації кристалів допомогло домогтися однієї з основних переваг IPS-матриць – збільшення кута огляду до 178° по горизонталі і вертикалі. Якщо до матриці IPS не приклали електронну напругу, молекули рідких кристалів, не повертаються. Другий фільтр завжди повернений перпендикулярно першому, і світло через нього не проходить. Тому відображення чорного кольору близько до ідеалу. При виході з ладу транзистора "битий" піксель для панелі IPS буде чорним. При прикладенні електричної напруги молекули рідких кристалів в IPS-матриці повертаються перпендикулярно своєму початкового стану і пропускають світло. Завдяки незмінній колірній температурі на всьому спектрі кольору IPS-матриці передають найбільш адекватну кольорову палітру з будь-якого цифрового носія.

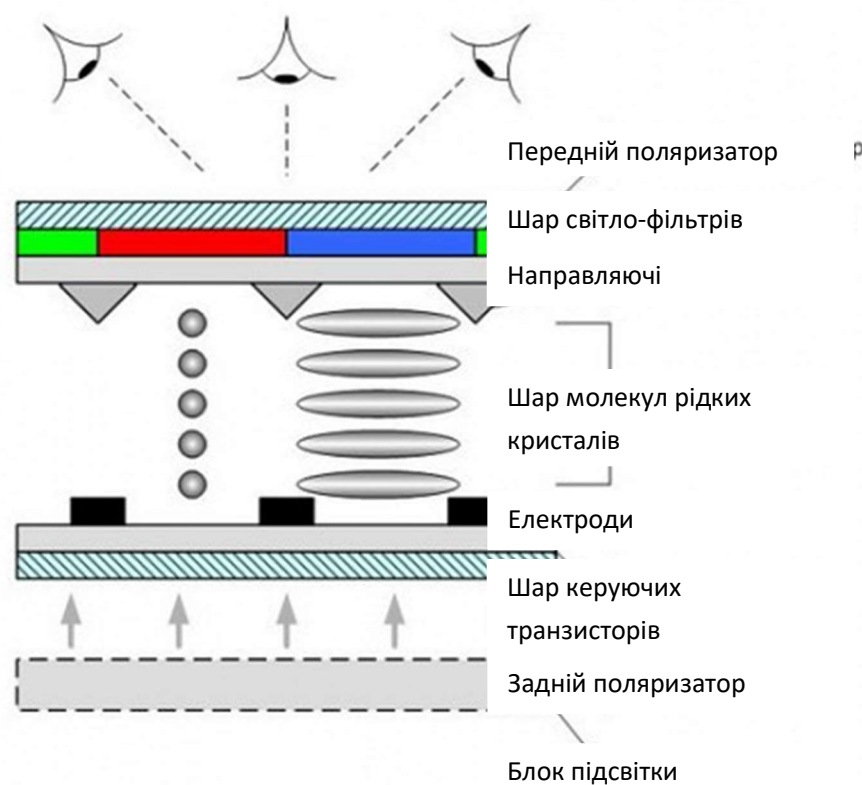


Рис 3.6 Схема роботи IPS-матриці

3.7 micro-USB

micro-USB порт потрібен для можливості підзарядки тепловізійної системи прицілювання та під'єднання даної системи до комп'ютера для прошивки, калібрування, налаштування.

USB Data cable

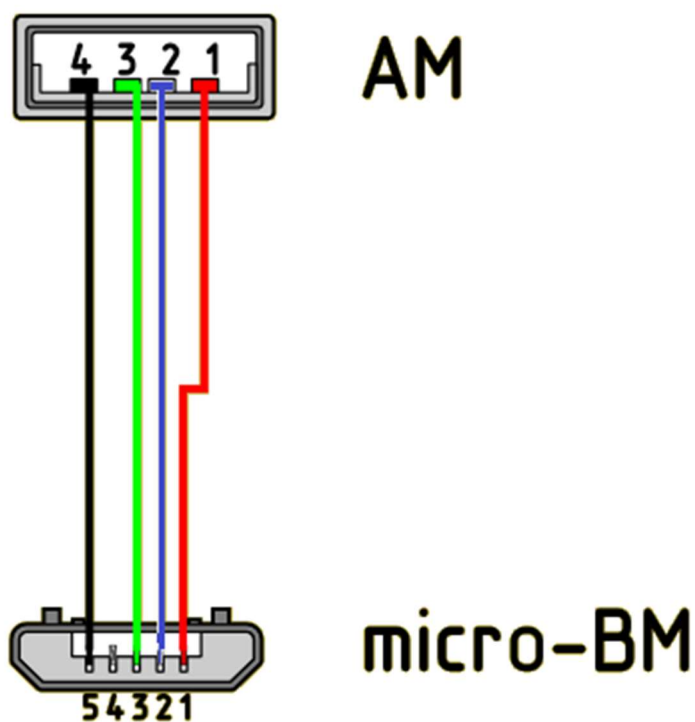


Рис 3.7 Розпіновка micro-USB

Розпіновка цього порту виглядає наступним чином:

Перший провід: по ньому проходить постійна напруга відносно землі 5В.

Другий провід: по ньому проходить сигнал даних зі знаком «-»

Третій провід: по ньому проходить сигнал даних зі знаком «+»

Четвертий провід: несе в собі мінусовий заряд та використовується як земля.

3.8 Батарейний блок

Батарейний блок надає змогу працювати пристрою в автономному режимі. Це означає, що пристрій можна використовувати без постійного провідного підключення до електричної мережі.

Блок живлення складається з двох блоків акумуляторів по 14,1 В що під'єднані паралельно. Паралельне підключення акумуляторів забезпечує складання їх ємностей, що в свою чергу збільшує час можливої автономної роботи.

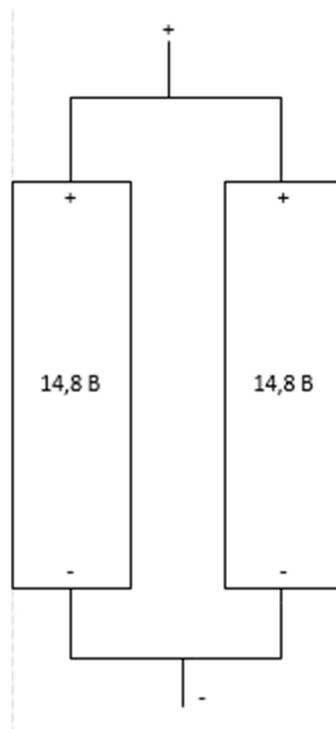


Рис 3.8 Паралельне з'єднання акумуляторів

Кожен з цих блоків акумуляторів складається з чотирьох акумуляторів з напругою 3,7 В. Ці акумулятори з'єднані між собою послідовно, що забезпечує додавання їх напруг.

$$3,7\text{В} * 4 = 14,8 \text{ В}$$

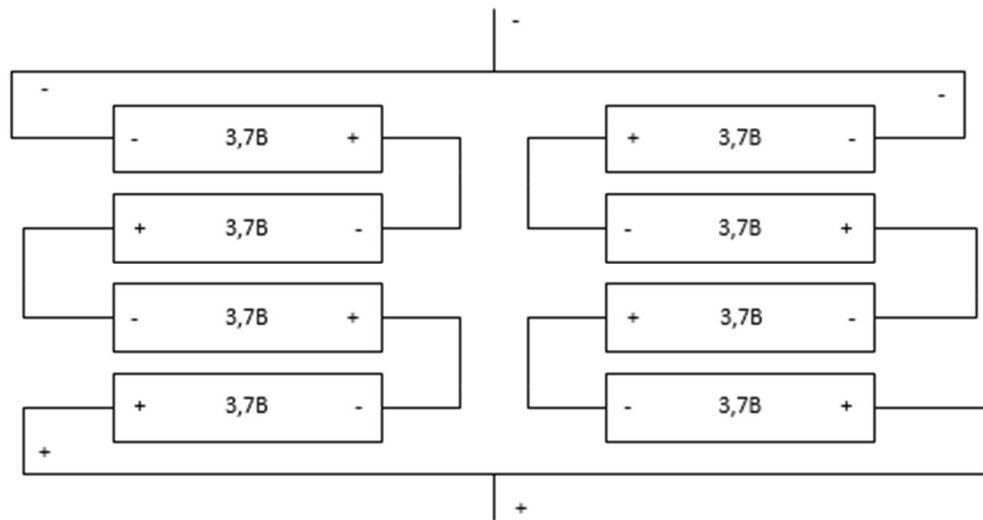


Рис 3.9 Послідовне з'єднання акумуляторів

Блок батарей виконаний з використанням Li-Mn акумуляторів. Я обрав літій – марганцеві акумулятори бо в вони є більш надійні та безпечні ніж популярні літій – іонні акумулятори, що мають властивість загорятися та вибухнути, а так як безпека є головним чинником проектування будь-якої системи, то обраний тип акумуляторів саме такий.

3.9 Функційна схема тепловізійної прицільної системи

Розроблена функційна схема надає змогу більш детально оглянути принцип роботи тепловізійної прицільної системи:

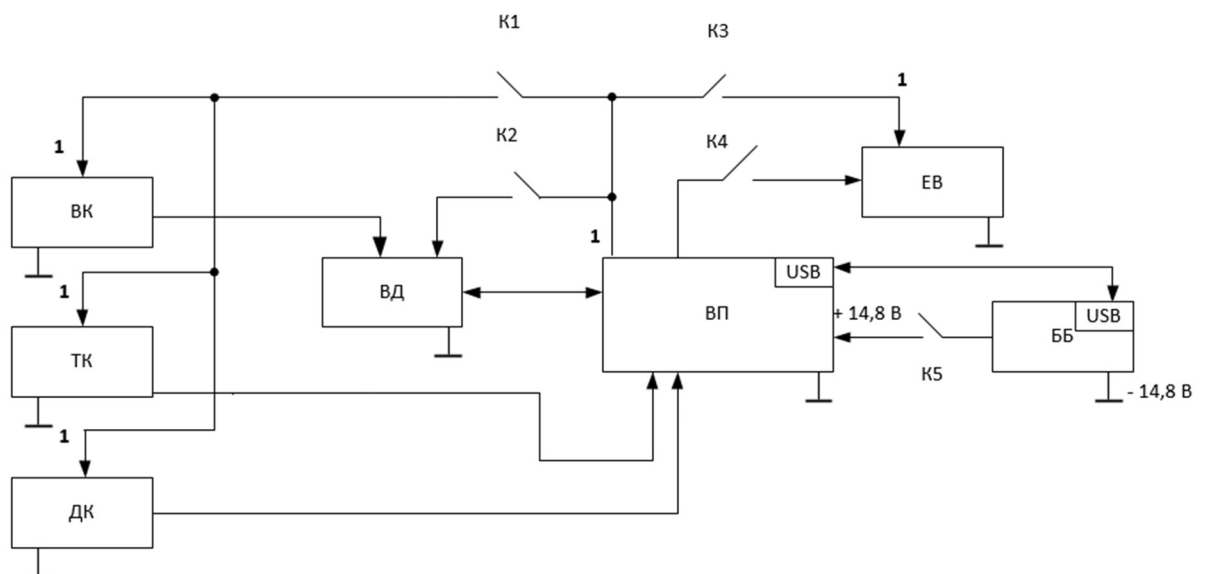


Рис 3.10 Функційна схема роботи тепловізійної прицільної системи

ВК – відеокамера;

ТК – тепловізійна камера;

ДК – далекомір;

ВД – відео-декодер;

ВП – відео-процесор;

ЕВ – екран виводу;

ББ – блок батарей;

K1, K2, K3, K4, K5 – ключі;

USB – micro-USB порти;

1 – лінія живлення.

Зі схеми можна побачити наступне: Блок батарей подає на центральний процесор живлення. Далі центральний процесор по лінії живлення **1** надає живлення до кожних компонентів системи. В системі встановлено електричні ключі (**K1, K2, K3, K4, K5**) для можливості екстреного від'єднання від системи живлення.

Відеокамера відправляє відеосигнал на відео-декодер для його обробки та підготування. З відео-декодера оброблений сигнал потрапляє на центральний процесор.

Тепловізійна камера відправляє свій сигнал у вигляді термограми на центральний процесор, де і змішується з відеосигналом отриманим з камери.

Далекомір після отримання інформації про дальність до об'єкта відправляє свої данні на відео-процесор для подальшої обробки сигналу та розрахування балістичних показників за допомогою системи лінійних вимірювань.

micro-USB порти слугують для заряджання пристрою та можливості під'єднання системи до комп'ютера. Це дає змогу проводити конфігурацію та калібрування прицілу.

Екран виводу слугує для виведення інформації у візуальному вигляді, що дає змогу користувачу адекватно реагувати на зміни у полі зору.

3.10 Висновки до розділу

В цьому розділі була створена функційна схема роботи тепловізійної прицільної системи. Також було розроблено та оглянуто функційні схеми роботи наступних пристроїв: відеокамери, тепловізора, блоку живлення, екрану виводу, micro-USB, відео-процесора та відео-декодера.

4. АНАЛІЗ ПОХИБОК

Тепловізійна прицільна система – це пристрій, що має в своєму складі багато компонентів, кожен з яких може вносити в роботу пристрою неточність. Ця похибка не дає можливості вимірюванню проходити точно, тому представлено розрахунок похибки для різних складових системи.

4.1 Похибка тепловізора

Мініатюрні фотоприймачі, що встановлюються в фокальній площині об'єктива тепловізора, складаються з безлічі чутливих елементів, розташованих по рядах і стовпцях прямокутної матриці. Таким чином, в тепловізор кожен піксель - це виміряне значення температури в даній точці. Наприклад, тепловізор з розмірами матриці 320×240 пікселів відображає ІК-зображення, що складається з 76800 значень температури. Фактично розмір матриці датчиків визначає роздільну здатність тепловізора. З цієї причини будь-який тепловізор має обмежену чутливість до температурних вимірів, а кількість елементів матриці визначає якість одержуваного інфрачервоного зображення

В основі тепловізійного методу лежать фізичні закони теплового випромінювання, зокрема закон Стефана-Больцмана:

$$\Phi_0 = \sigma T^4,$$

де Φ - сумарний тепловий потік з одиниці поверхні тіла, Вт / м²; σ - постійна Стефана - Больцмана, $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$ Вт / (м² · К⁴); T - абсолютна температура поверхні, досліджуваного об'єкта, К.

Це формула для АЧТ(Абсолютно чорного тіла), для реального тіла формула зміниться:

$$\Phi = \epsilon_T \sigma T^4,$$

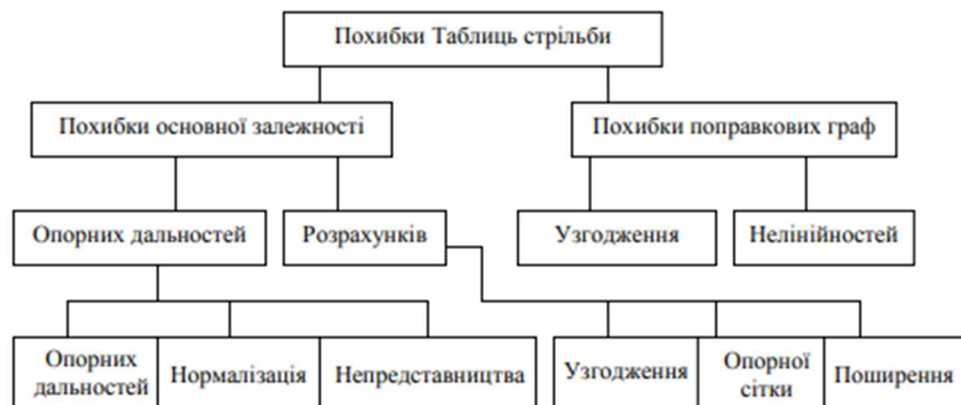
Де ε_T - інтегральний коефіцієнт випромінювання.

$$\varepsilon_\lambda = \frac{\Phi_\lambda}{\Phi_{0\lambda}},$$

де $\Phi_\lambda = \frac{d\Phi}{d\lambda}$ та $\Phi_{0\lambda} = \frac{d\Phi_0}{d\lambda}$ - відповідно спектральні щільності реального об'єкта та АЧТ.

Правильно вибраний коефіцієнт випромінювання дозволяє зменшити похибку тепловізійного вимірювання до заводських характеристик, а саме на рівні 1%

4.2 Похибки розрахунку балістичних таблиць



Похибки балістичних таблиць виникають на усіх етапах створення та заповнення таблиці. Ці похибки розділяють на дві групи:

- 1) похибка основної залежності;
- 2) похибка поправочних граф.

Похибка визначення дальності виникає через помилку розрахунку координат і помилки пов'язаної з розсіюванням снарядів. Помилка розрахунку координат зазвичай не перевищує більше 2м, тому нею можна сміливо нехтувати з огляду на помилку розсіювання снарядів. Вона буде в

середньому дорівнювати $B\delta = 0,5\% X$. Якщо враховувати що дослідна дальність визначається на підставі 5-7 вистрілів то отримаємо, що:

$$E_{X_{\text{досл}}} = \frac{B\delta}{\sqrt{n}} \approx 0,2\% X.$$

Можна сказати, що середина помилка визначення дослідної дальності не перевищує 0,2% від дальності.

Під час стрільби вагу мають найменші неточності в розрахунках, виникають систематичні та випадкові похибки.

Серед систематичних похибок можна виділити похибки, що пов'язані з помилками в регулюванні хронометра, вимірюванні відстані між соленоїдами або рамками мішенями, помилками визначення температури зарядів і ваги снарядів. Систематичні помилки характеризуються величиною ε_v , що коливається в межах $\varepsilon_v = (0,2 - 0,35) \% V_0$

Серед випадкових похибок можна виділити: неоднорідність роботи хронометра, неоднорідність ваги, температури і балістичних властивостей порохових зарядів, неоднорідність ваги снарядів у межах одного вагового знака, неоднорідність форми і характеристик обертального руху.

Середині помилки для визначення тиску повітря, балістичного відхилення температури і поздовжнього балістичного вітру, мають такі величини:

$$E_{h_0} = 1 \text{ мм}, E\delta\tau_{\text{бал}} = 1^\circ, 6; E_{w_{X\text{ бал}}} = 0,65 \text{ м / с}.$$

В ці величини вкладено й похибку наближення шарів вагів під час обчислення балістичних середніх.

Серединні помилки метеорологічних елементів мають наступні величини:

$$Ex_{h_0} = (0.01 - 0.07)\% X,$$

$$Ex_{\delta\tau_{\text{бал}}} = (0.03 - 0.12)\% X,$$

$$Ex_{W_x} = (0.04 - 0.21)\% X.$$

Точність обчислення табличної дальності виникає через неточність розрахунків за балістичною збіркою, обумовлених похибками самої збірки і помилками інтерполяції, а також через помилки графічної побудови залежностей. Похибка табличної дальності розраховується як сума помилки опорної дальності і помилки *розрахунків* табличної дальності і обчислюється за наступною формулою:

$$Ex_{\text{табл}} = \sqrt{E^2 x_{\text{опор}} + E^2 x_{\text{розрах}}}$$

Для опорних кутів кидання в 5° , $10-45^\circ$, $50-65^\circ$ середині похибки становлять 0,66; 0,51 та 0,57 відповідно. Підсумовуючи усе вище сказане отримаємо таблицю залежності похибок балістичних таблиць в залежності від дальності.

Артилерійська система	$E_{xTC}, \% X$				
	Дальність стрільби X , км				
	6	8	10	12	16
122-мм гаубиця	0,45	0,38	0,35	0,33	-
150-мм гаубиця	0,43	0,37	0,34	0,31	0,29

4.3 Похибка далекоміра

У лазерних фазових далекомірах відстань визначається порівнянням фази модульованого сигналу на виході з приймача випромінювання (фаза випромінювання, що пройшов відстань до об'єкта і назад) з фазою опорного

сигналу (фаза сигналу на джерелі випромінювання). Відстань, яку проходить світловий хвилю за час t , дорівнює:

$$l = ct,$$

де c – швидкість світла.

За той же час фаза модульованого лазерного випромінювання, пройшов шлях від джерела далекоміра до об'єкта і назад, зміниться на величину

$$\varphi = 2\pi f_m t,$$

Де f_m - частота модуляції сигналу.

Таким чином, дальність до об'єкта можна визначити з вище наведених виразів як:

$$l = c \frac{\varphi}{2\pi f_m}.$$

При вимірюванні фази виникає похибка $\Delta\varphi$. Відповідна погрішність у вимірі відстані Δl складе:

$$\Delta l = c \frac{\Delta\varphi}{2\pi f_m}.$$

Аналіз формули дозволяє зробити висновок, що похибка вимірювання дальності Δl тим нижче, чим вище частота модуляції, але для однозначного визначення дальності зміна фази φ на вимірюваному відстані повинно бути менше 2π , т. є. подвійне відстань не повинна перевищувати довжини хвилі модуляції. це накладає обмеження на максимально допустиме значення частоти модуляції f_m . Як правило, в далекомірах використовують не одну, а кілька частот модуляції. Низька частота визначається максимальною дальністю вимірювання, наступні частоти - похибкою вимірювання на попередній частоті (аналогічно низькій частоті, похибка більш низької частоти не повинна перевищувати довжину хвилі модуляції наступної

частоти). Остання частота модуляції визначається похибкою $\Delta\varphi$ і необхідної точністю вимірювань з рівняння.

Зазвичай для фазових детекторів похибка вимірювання фази за допомогою аналогових інтегральних фазометрів становить $0,5^\circ \dots 1,0^\circ$.

4.4 Висновки до розділу

В цьому розділі була виконана робота щодо дослідження, аналізу та розрахунку можливих похибок тепловізійної прицільної системи.

Представлені рішення для зменшення впливів похибки тепловізора, похибки розрахунку балістичних таблиць та похибки показання далекоміра.

5 РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЕКТУ «ТЕПЛОВІЗІЙНА ПРИЦІЛЬНА СИСТЕМА»

5.1 Опис ідеї проекту (товару, послуги, технології)

Основною метою роботи є створення вітчизняної тепловізійної системи прицілювання що буде досить легкою у використанні та більш дешевою.

Тепловізори працюють як звичайні цифрові камери: Вони мають поле зору, так званий Field of View (FOV), який може становити як 6 °(телеоб'єктив), стандартної оптики 23 °, а в якості ширококутного об'єктива 48 °. Чим далі перебуваєш від об'єкта вимірювання, тим більше охоплюється область зображення і отже розмір кадру, який реєструє окремий піксель. Плюсом в цьому є те, що яскравість світіння при чималій площі не залежить від віддалення. Завдяки цьому відстань до об'єкта вимірювання в значній мірі не впливає на процеси вимірювання температури.

Теплове випромінювання в середньому інфрачервоному діапазоні може фокусуватися тільки за рахунок оптики з германію, сплавів германію, цинкових солей або за допомогою дзеркал з поверхневим покриттям. Така поліпшена оптика в порівнянні зі звичайними об'єктивами у видимій спектральній області, що виготовляються великими партіями, все ще є значним фактором витрат при виготовленні тепловізорів. Вони виконані у вигляді сферичного 3-лінзового об'єктива або асферичного 2-лінзового об'єктива і повинні для термометрично правильних вимірів калібрувати саме на камерах зі змінними об'єктивами, та досліджувати їх вплив на кожен окремий піксель.

Таблиця 5.1 — Опис ідеї стартап-проекту

В таблиці було описано зміст ідеї та можливі базові потенційні ринки, в межах яких потрібно шукати групи потенційних клієнтів.

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Створення тепловізійної прицільної системи	1. Прицілювання в межах обмеженого просторового орієнтування.	Змога навести приціл в межах обмеженого просторового орієнтування.
	2. Отримання інформації про дальність та оцінка ситуації	Можливість отримати знання щодо місцезнаходження цілі
	3. Наукова діяльність.	Тепловий аналіз місцевості

В ході аналізу таблиці можна зрозуміти, що основними потенціальними ринками для стартап-проекту «Тепловізійна прицільна система» є військовий, науковий та дослідницький ринки.

Таблиця 5.2 — Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

В наступній таблиці було проведено визначення основних властивостей та характеристик ідеї, визначення списку конкурентів або товарів-замінників чи товарів-аналогів, що вже існують на ринку та порівняльний аналіз показників для власної ідеї.

№ п/п	Техніко-економічні характеристики ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів			
		Мій проект	Pulsar Quantum LD50S	Wintact WT3220	INFIRAY XEYE E2N
1.	Вартість системи	Низька	Висока	Середня	Середня
2.	Дальність	Середня	Високий	Середня	Низький
3.	Точність	Середня	Висока	Висока	Середня

4.	Налагодженість виробництва	-	+	+	+
----	-------------------------------	---	---	---	---

Таблиця 5.2.1 — Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту.

№ п/п	Техніко-економічні характеристики ідеї	W (слабка сторона)	N (нейтральна сторона)	S (сильна сторона)
1.	Вартість			+
2.	Точність		+	
3.	Швидкодія		+	
4.	Доступність			+
5.	Дальність		+	

Розроблена система є більш дешевою в виробництві ніж аналогічні системи. При цьому має середні характеристики. Однією з переваг є можливість навісного використання на різних типах техніки.

5.2 Технологічний аудит ідеї проекту

Таблиця 5.3 — Технологічна здійсненність ідеї проекту

В наступній таблиці було проведено аналіз технологій за якими буде виготовлено товар, можливість використання або розробки нових технологій, актуальність та доступність технологій на даний момент.

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
----------	--------------	-----------------------------	-------------------------	---------------------------

1.	Створення тепловізійної прицільної системи	Обробка відеосигналу	Наявні.	Так.
2.	Отримання інформації про дальність та оцінка ситуації	Дальномір	Наявні.	Так.

Висновок: технологічна реалізація проекту доступна, доцільно буде використовувати технології відео-обробки та дальноміру так як вони доступні та є в наявності.

Таблиця 5.4 Формування MVP продукту стартапу

MVP (minimum viable product) - версія продукту з мінімальним функціоналом, що вирішує одну з проблем користувача. Вона дозволяє протестувати гіпотези про продукт і ринок, отримати зворотній зв'язок від реальних споживачів.

Проблема, що вирішується	Можливість прицілювання в межах обмеженого просторового орієнтування
Ідея продукту	Створення тепловізійної системи прицілювання
1 MVP	ІЧ випромінювання
2 MVP	Тепловізор
3 MVP	Приціл з тепловізором
4 MVP	Приціл з можливістю тепло-бачення та автоматичними поправками

1 MVP – ІЧ випромінювання. Люди зрозуміли, що їх око не може зловити весь спектр світла. Експериментальним шляхом було засічене ІЧ(інфра-червоне) випромінювання.

2 MVP – Тепловізор. Було винайдено пристрій, що може уловлювати ІЧ випромінювання та виводити інформацію у видимому спектрі світла

3 MVP – Приціл з тепловізором. Для можливості ведення прицілювання вночі, до прицілу було додано тепловізійну систему.

4 MVP - Приціл з можливістю тепло-бачення та автоматичними поправками. До системи приціл-тепловізор було додано лінійну систему вимірювань для можливості введення поправок при прицілюванні.

6.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Серед переваг даного проекту можна виділити більш дешеве виробництво при цьому надаючи характеристики на рівні аналогічних видів прицілювання. Також система розробляється під існуючі стандарти України що надає змогу встановити їх зразу.

У ході проведення практичних занять було виявлено потенційних конкурентів ринку та аналізована можливість вдалого виходу продукту на ринок.

Серед основних конкурентів можна виділити наступні компанії:

Таблиця 5.5 Список можливих конкурентів

№	Назва підприємства конкурента	Короткий опис діяльності	Короткий опис продукту	Схожість зі стартапом
1	PULSAR	Створення тепловізійних систем	Тепловізійна система	Так
2	INFIRAY	Створення тепловізійних систем	Тепловізійна система	Так
3	NVECTECH	Створення тепловізійних систем	Тепловізійна система	Ні
4	FORTUNA	Створення тепловізійних систем	Тепловізійна система	Ні

В цій таблиці було розглянуто основних гравців ринку та представлено короткий опис їх діяльності та короткий опис продуктів. Також було аналізовано схожість зі стартапом.

Таблиця 5.6 Визначення типу конкурентів

З попередньої таблиці було взято список конкурентів та визначено їх тип.

№	Назва підприємства конкурента	Ключовий	Прямий	Опосередкований
1	PULSAR	+		
2	INFIRAY		+	
3	NVECTECH			+
4	FORTUNA			+

- ключові конкуренти – компанії, дії яких можуть вплинути на Ваші продажі (як в сторону збільшення, так і в бік зменшення), тобто компанії, до яких схиляються майбутні споживачі
- прямі конкуренти – компанії, що продають аналогічний товар на аналогічному ринку
- непрямі конкуренти – компанії, що продають товар з іншими характеристиками або абсолютно інший продукт

Таблиця 5.7 — Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

В даній таблиці було проведено аналіз динаміки росту ринку, наявність попиту, його обсяг та середню норму рентабельності по ринку в галузі.

№ п/п	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1.	Кількість головних гравців, од.	4
2.	Загальний обсяг продаж, ум.од/рік	1500
3.	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
4.	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень).	Тепловізійна система потребує практичної перевірки та доробки програмного забезпечення.
5.	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації.	Потребує сертифікації.
6.	Середня норма рентабельності в галузі (по ринку), %	30

Висновок: Дивлячись на динаміку росту ринку та обсяги продаж за попереднім оцінюванням ринок для входження стартап-продукту є привабливим. Так як норма рентабельності в галузі більша за банківську ставку то є сенс продовжувати розвиток проекту

Таблиця 5.8 — Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

Було проведено аналіз основної споживчої аудиторії: збройні сили, які потребують системи прицілювання в умовах обмеженої видимості. Також було сформовано орієнтовний перелік вимог до товару для кожної категорії.

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів

1. Низька ціна (відносно)		Зацікавлені в купівлі аналогічного пристрою за нижчою ціною.	Відносно нижча ціна, дотримання світових та українських стандартів, присмливна якість, аналогічні до закордонних пристроїв технічні характеристики.
2. Зменшення ризику неможливості прицілювання.	Дешева та надійна вітчизняна система прицілювання	Зацікавлені в можливості використовувати приціл в межах обмеженого просторового орієнтування.	
3. Купувати пристрої вітчизняного виробництва		Зацікавлені в підтримці національного виробника.	
4. Отримати аналогічний пристрій що буде рівний за якістю виконання		Зацікавлені в розвитку конкуренції на ринку.	

Висновок: визначена характеристика дозволяє зробити висновок, що виріб зможе зацікавлювати потенційних інвесторів та покупців, сформований основний перелік вимог до товару.

Таблиця 5.9 Фактори загроз

Було створено таблицю факторів загроз що можуть перешкоджати подальшому розвитку стартап-проекту. Фактори подані в порядку зменшення значущості.

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1.	Невідомість на ринку	Невідомий неперевірений виріб	Реклама, проведення відкритих тестів системи.
2.	Можливість втечі секретної інформації	Розповсюдження алгоритмів роботи та засекречених даних.	Контроль та підписання договорів з матеріальною відповідальністю.
3.	Тиск конкурентів	Тиск зі сторони відомих фірм.	Наймання адвоката та підписання договорів про співпрацю.
4.	Дефіцит державного бюджету	Перебої з фінансуванням	Лобіювання в органах державного керування
5.	Збільшення податкового навантаження	Зменшення розміру чистого прибутку	вишукування шляхом мінімізації податків

Основними факторами загроз є невідомість на ринку, можливість втечі секретної інформації, тиск конкурентів дефіцит державного бюджету та

збільшення податкового навантаження. Надана можлива реакція компанії на такі фактори.

Таблиця 5.10 — Фактори можливостей

Було створено таблицю факторів можливостей, що можуть сприяти ринковому впровадженню стартап-проекту. Фактори подані в порядку зменшення значущості.

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1.	Новий виробник	Зменшення монополії, збільшення конкурентоспроможності, отримання нових розробок у даній сфері.	Розробка та вивід на ринок нової продукції, аналіз нових можливостей.
2.	Більш технологічний продукт	Вивчення нових технологій та рішень.	Впровадження нових технологій у свій продукт. Аналіз ринку та користувачів задля задоволення їх потреб та надання функціональності у найкоротші строки за ціну, котра є дешевшою ніж у продуктів-замінників.
3.	Надання допомоги користувачу	Можливість отримання необхідної інформації для вдосконалення продукту та підвищення авторитетності компанії	Виділення додаткових працівників для допомоги користувачам та отримання зворотного відгуку від них.
4.	Аналіз ринку користувачів	Можливість впровадження технологій що будуть необхідні користувачу	Аналіз ринку для впровадження нових та необхідних технологій та можливостей в продукт.

5.	Розширення ринку за кордон	Можливість розширення ринку потенційних покупців	Аналіз закордонного ринку, маркетинг.
----	----------------------------	--	---------------------------------------

Основними факторами можливостей є розробка більш технологічного продукту, надання допомоги користувачу, аналіз ринку користувачів, розширення ринку за кордон. Надана можлива реакція компанії на такі фактори.

В наступній таблиці проведено ступеневий аналіз конкуренції на ринку: особливості конкурентного середовища, проявлення даної характеристики та її вплив на діяльність підприємства.

Таблиця 5.11 — Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1. Вказати тип конкуренції	Олігополія	Пошук інвесторів та впровадження вітчизняного виробництва.
2. За рівнем конкурентної боротьби	Аналогічні системи розробляються закордонними виробниками. Продукт належить команді розробників.	Вихід на військовий ринок збуту продукту. Розповсюдження реклами на основних Інтернет платформах задля охоплення ринку спеціалізованих користувачів.
3. За галузевою ознакою	Внутрішньогалузева	Використовується прицілювання в межах обмеженого просторового орієнтування.
4. Конкуренція за видами товарів	Товарно-родова	Власна розробка, дешева технологія, реклама.

5. За характером конкурентних переваг	Цінова	Ціна нижча за аналогічні вироби.
6. За інтенсивністю – марочна/не марочна	Не марочна	Реклама, впровадження та розвиток нових технологій

Проаналізувавши конкурентну ситуацію на ринку можна зробити висновок: так як кожен з подібних продуктів має свою спеціалізовану сферу та свої сильні та слабкі сторони, то можлива реалізація виходу на ринку.

Таблиця 5.12 — Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

В даній таблиці було проведено аналіз сильних позицій компанії, здатність компанії впливати на інших гравців на ринку. Також було проведено детальний аналіз умов конкуренції на ринку.

	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
Складові аналізу	Існують	Цінова політика, розмір матеріальних вкладень	Невелика концентрація постачальників	Досить якісна продукція, низька ціна	Більш висока вартість
Висновки	Можливість конкуренції на ринку	Є можливість розповсюдження товару.	Можлива співпраця з постачальниками і задля зменшення ціни на продукт.	Забезпечення попиту розповсюдження буде широким.	Зменшення ціни

З огляду на конкурентну ситуацію на ринку можна зробити наступний висновок – можливість роботи на ринку існує. Щоб бути конкурентоспроможним продукт має мати можливість розповсюдження товару та привабливу цінову політику.

Таблиця 5.13 — Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

Дивлячись на таблицю 5.9, а також з урахуванням характеристик ідеї проекту, вимог споживачів та факторів маркетингового середовища можна зробити обґрунтування переліку факторів конкурентоспроможності.

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1	Підтримка	Допомога користувачу у використанні, надання рішень для усунення помилок при роботі.
2	Ціна	Маленька націнка для більш високого розповсюдження.
3	Якість	На рівні аналогічних товарів.

Висновок: фактори конкурентоспроможності дозволяють вважати що стартап-проект має змогу протистояти конкуренції з боку інших виробників та є можливість широко розповсюдження товару на ринку.

Таблиця 5.14 — Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін «Тепловізійна прицільна система»

В даній таблиці було проведено порівняльний аналіз сильних та слабких сторін стартап-проекту з огляду на обґрунтування факторів конкурентоспроможності.

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з власною компанією						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Підтримка	18	+						
2	Ціна	19			+				
3	Якість	17			+				

Висновок: рейтинг власного стартап-проекту вище ніж у конкурентів, зважаючи на цінову політику та характеристики товару в цілому. Слабкими сторонами проекту можна вважати дальність.

Таблиця 5.15 — SWOT-аналіз стартап-проекту

В даній таблиці було проведено SWOT-аналіз стартап-проекту на основі факторів загроз та факторів можливостей і також сильних і слабких сторін проекту.

<p>Сильні сторони:</p> <p>Ціна</p> <p>Якість</p> <p>Доступність</p> <p>Підтримка</p>	<p>Слабкі сторони:</p> <p>Невідомий виробник</p> <p>Залежність від фінансування</p> <p>Швидкодія</p>
<p>Можливості:</p> <p>Поширення на закордонний ринок</p> <p>Забезпечення потреб військових сил</p> <p>Вивчення нових технологій та рішень</p> <p>Можливість отримання необхідної інформації для вдосконалення продукту та підвищення авторитетності компанії</p>	<p>Загрози:</p> <p>Невідомість на ринку</p> <p>Розповсюдження алгоритмів роботи та засекречених даних.</p> <p>Тиск зі сторони конкурентів</p> <p>Перебої з фінансуванням</p>

Висновок: проведений SWOT-аналіз визначив, що даний проект можливо реалізовувати у ринкових умовах нашої країни та за кордоном. На основі цієї таблиці є можливість скласти таблицю альтернативної ринкової поведінки.

Таблиця 5.16 — Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

В цій таблиці були розроблені альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту для просування його на ринок. Також було надано орієнтовний час їх реалізації.

№ п/п	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1	Вдосконалення технологій та виробництво нових продуктів	+	1,5 року
2	Створення команди допомоги	+	1 рік
3	Маркетингова кампанія	+	1,5 року
4	Презентація товару на міжнародних та вітчизняних виставочних центрах	Ресурси для участі (час та гроші) наявні	6 місяців
5	Вихід на закордонний ринок	-	7 років

Висновок: Дивлячись на можливі строки реалізації та доступність ресурсів обраними альтернативами ринкового впровадження стартап проекту є : а) вдосконалення технологій; б) маркетингова кампанія. Представлені заходи дозволяють вивести стартап-проект на ринок.

5.4 Розроблення ринкової стратегії проекту

Під час практики було обрано ринок, що найбільше підходить для даного стартап-проекту. Цей ринок представляє собою військову сферу, адже ведення воєнних дій в межах обмеженого просторового орієнтування може нести загрозу для життя військовослужбовців. Тим паче таких пристроїв дуже не вистачає армії. Тому представлення дешевої, якісної та вітчизняної тепловізійної системи прицілювання має бути успішним.

Таблиця 5.17 — Вибір цільових груп потенційних споживачів

Першим кроком для розробки ринкової стратегії є опис цільових груп потенційних споживачів та визначення можливого попиту та інтенсивності конкуренції на ринку в обраному сегменті.

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	Військові сили	Готові	Дуже високий попит	Середня	Середня
2	Мисливці	Готові	Високий попит	Висока	Середня
Які цільові групи обрано: споживачі, що мають необхідність у прицілюванні в ускладнених умовах					

Дивлячись на проведений аналіз можна зробити висновок що даний продукт має змогу високого розповсюдження у військовій сфері та у мисливців що потребують якісний прилад для ускладнених умов.

Таблиця 5.18 — Визначення базової стратегії розвитку

Для можливості ефективної роботи на обраних ринках потрібно сформулювати визначення базової стратегії розвитку стартап-проекту, охоплення ринку та ключові позиції конкурентоспроможності.

№ п/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
1	Вдосконалення технологій	Постійний зворотній зв'язок з клієнтами	Якісний продукт з постійним зворотнім зв'язком та безкоштовною допомогою	Впровадження нових технологій та розробка нових товарів

Висновок: результатом створення таблиці є опис ключових конкурентоспроможних позицій відповідно до обраної альтернативи розвитку стартап-проекту.

Таблиця 5.19 — Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

В цій таблиці представлено визначення базової стратегії конкурентної поведінки. Стратегія конкурентної поведінки дає змогу обрати як компанія буде вести себе на конкурентному ринку.

№ п/п	Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки
1	Ні	Буде шукати	Ні, виріб має власні розробки.	Стратегія наслідування лідера

Висновок: Так як продукт не є новим на даному ринку, то було обрано стратегію наслідування лідера. Це дає змогу дивлячись на помилки та здобутки інших компаній побудувати якісну стратегію розвитку та конкуренції.

Таблиця 5.20 — Визначення стратегії позиціонування

Маючи характеристику потенційних клієнтів стартап-проекту та визначену базову стратегію розвитку є можливість визначити стратегії позиціонування компанії на ринку.

№ п/п	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
1	Простота у використанні.	Стратегія наслідування лідера	<ul style="list-style-type: none"> – вартість – простота – підтримка – якість – вітчизняна система 	<ul style="list-style-type: none"> – підтримка користувачів – вітчизняне виробництво – цінова політика
2	Збільшення видимості при несприятливих умовах			
3	Купувати вітчизняне.			
4	Отримати якісний продукт з довгою підтримкою за низькою ціною.			

Висновок: було сформовано ринкову позицію(комплекс асоціацій) стартап-проекту «Тепловізійна прицільна система» на ринку за якими потенційні клієнти мають ідентифікувати стартап-проект.

4.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Таблиця 5.21 — Визначення ключових переваг концепції
потенційного товару

За результатами попереднього аналізу конкурентоспроможності товару можна сформувати маркетингову концепцію товару. Це буде першим кроком для розроблення маркетингової програми стартап-проекту.

№	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
---	---------	-------------------------------	---

1	Можливість використовувати в межах обмеженого просторового орієнтування	Видимість в межах теплового випромінювання	Можливість зміни вигляду прицільної сітки та можливість відеозапису.
2	Підтримка	Надання підтримки	Підтримка постійно надається

Висновок: в цій таблиці можна побачити потреби користувачів та ключові переваги перед конкурентами. Основною ключовою перевагою перед конкурентами є можливість кастомізації прицілу та надання постійної підтримки.

Таблиця 5.22 — Опис трьох рівнів моделі товару

В цій таблиці була розроблена трирівнева маркетингова модель товару. Були уточнені: ідея продукту, його фізичні складові та особливості процесу його надання.

Рівні товару	Сутність та складові		
1.Товар за задумом	Пристрій надає змогу виконувати прицілювання та спостереження в межах обмеженого просторового орієнтування.		
2.Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики	М/Нм	Вр/Тх /Тл/Е/Ор
	1. Низька ціна	1.М	1.Е
	2. Точність	2.Нм	2.Тх
	3. Простота	3.М	3.Тл
	4. Якість	4.Нм	4.Я
	5. Підтримка	5.Нм	5.Ор
	Якість: стандарти, нормативи, параметри тестування тощо Стандартизація відповідно до ДСТУ,ISO. Регламентується НД, СРМ.		
Пакування присутнє.			
Марка: назва організації – розробника + назва товару			
Потенційний товар буде захищено від копіювання: патентування, сертифікати відповідності.			

Висновок: Стартап-проект буде сертифіковано за міжнародними та українськими стандартами. Захист товару буде виконано за допомогою патентування.

Таблиця 5.23 Доцільність засобів просування продукту стартапу

В цій таблиці було оцінено засоби просування обраного продукту для стартапу з позиції команди стартапу, контактних аудиторій, споживачів.

Засоби	Команда стартапу	Контактні аудиторії	Споживачі
Контент-маркетинг	1	3	3
Блоги	1	1	1
Соціальні мережі	1	3	2
Реклама на ТБ	1	1	1
Виставки	3	3	3

В ході створення цієї таблиці було аналізовано можливі засоби просування стартап продукту. Основним засобом просування обрано виставки та контент-маркетинг.

Таблиця 5.24 — Визначення меж встановлення ціни (із розрахунку на 1 рік користування)

Наступним кроком при розробленні маркетингової програми стартап-проекту є визначення меж встановлення ціни із розрахунку на 1 рік користування.

Рівень цін на товари-замінники	Рівень цін на товари-аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
>5000 грн	20000-150000грн.	60000 грн	15000-20000 грн

Висновок: За результатами таблиці можна побачити межі, якими необхідно користуватись при встановленні ціни на товар. Межі були встановлені з огляду на аналіз ціна на товари-аналоги та товари-замінники.

Таблиця 5.25 — Формування системи збуту

Дана таблиця є наступним кроком для розроблення маркетингової програми стартап-проекту. Вона включає в себе специфіку закупівель, функції збуту постачальників та оптимальну систему збуту.

п/п	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
	Приціл повинна встановлювати спеціально навчена людина, отримання детальної допомоги щодо використання товару	Дослідження маркетингового аспекту, прийняття на себе можливих ризиків торгових угод	Канал нульового рівня (прямий маркетинг)	Військові виставочні центри

Висновок: за результатами таблиці можна встановити: а) проводити збут власними силами або залучати сторонніх посередників б) вибір та обґрунтування оптимальної глибини каналу збуту, в) вибір та обґрунтування виду посередників.

Таблиця 5.26 — Концепція маркетингових комунікацій

Останнім пунктом розроблення маркетингової програми стартап-проекту є розроблення концепції маркетингових комунікацій. Вона буде розроблена відповідно до попередньо обраної основи для позиціонування, визначену специфіку поведінки клієнтів.

№ п/п	Специфіка поведінки цілових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цілові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
1.	Довіра до технічних характеристик, що описують товар	Зустрічі на виставочних центрах та мережа Інтернет	Міжособистісні комунакації	Донести цінову перевагу, якість та доступність.	Демонстрація переваг над конкурентами

Висновок: результатом виконання таблиці стало обрання завдання та концепції рекламного звернення з огляду на специфіку поведінки цілових клієнтів та канали комунікації якими вони користуються.

5.6 Висновки до розділу

Для виводу стартап-проекту на ринок необхідно виконати кроки в межах яких буде визначено ринкову перспективу проекту, фінансовий аналіз, аналіз загроз і можливостей, графік та принцип організації виробництва, і заходи для просування ідеї для інвесторів

У цьому розділі було проведено маркетинговий аналіз стартап-проекту «Тепловізійна прицільна система», задля визначення принципової можливості його ринкового впровадження та можливих напрямів реалізації цього впровадження.

Було описано основні підходи щодо розвитку та розробки стартап-проекту, визначено: опис ідеї проекту, технологічний аудит ідеї проекту, аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту, розроблення ринкової стратегії та маркетингової програми проекту та організація реалізації стартап-проекту.

Також було описано: можливість ринкової комерціалізації проекту, перспектива впровадження з огляду на конкурентну ситуацію, попит та потенційні групи охоплення клієнтів. Було визначено альтернативу впровадження для реалізації проекту. Доведено імплементация проекту. Обрано межі, якими необхідно користуватись при встановленні ціни на товар.

Дивлячись на всі висновки що були зроблені в цьому розділі можна сказати, що даний проект є перспективним з точки реалізації та широкого розповсюдження. Конкурентоспроможність проекту висока завдяки постійній підтримці користувачів та ціновій політиці в сукупності з якістю виконання.

ВИСНОВКИ

У даній роботі було виконано усі поставлені завдання на магістерську дисертацію. Розглянуті основні підходи до побудови Тепловізійної прицільної системи.

Основними пунктами цієї дисертації стали: аналіз компонентів системи, вибір та обґрунтування, розробка функційної схеми, розробка принципової схеми, аналіз похибок, розробка стартап проекту «Тепловізійна прицільна система».

У аналізі компонентів системи було оглянуто та запропоновано на вибір окремі компоненти системи, що можуть потенційно підійти під рішення поставлених задач.

У розділі обґрунтування було виконано огляд та обґрунтування обраних складових систем, а також розписано про обрання та розрахунок балістичних таблиць.

У розробці функціональної схеми було розписано та графічно намальовано принцип функціонування тепловізійної системи та її компонентів окремо.

У аналізі похибок було розраховано можливі похибки, що система може видавати. Представлено варіанти їх зменшення та підрахунку.

У розробці стартап проекту було проведено маркетинговий аналіз, задля визначення принципової можливості його ринкового впровадження та можливих напрямів реалізації цього впровадження. Також було описано основні підходи щодо розвитку та розробки стартап-проекту, визначено: опис ідеї проекту, технологічний аудит ідеї проекту, аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту, розроблення ринкової стратегії та маркетингової програми проекту та організація реалізації стартап-проекту.

За час виконання магістерської дисертації було отримано досвід та необхідні навички для можливості проектування подібних і не тільки систем.

СПИСОК ВИКОРИСТВНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Кононюк, А. Е. Основы фундаментальной теории искусственного интеллекта : [В 20 кн.] / А. Е. Кононюк. – Киев : Освіта України, 2017 – . – ISBN 978-966-373-693-8. – Кн. 3 : Зрительное восприятие изображений искусственным интеллектом. – Ч. 4 : Системы тепловидения как расширяющие средства зрения в СИИ – 2017. - 480 с.
- [2] Криксунов, Л.З. Справочник по основам ИК техники / Л.З. Криксунов. – М.: Сов. радио, 1978. – 400 с.
- [3] Thermal and night vision optics URL: www.pulsar-nv.com
- [4] Ллойд, Дж. Системы тепловидения / Дж. Ллойд / Пер. с англ. М.В. Васильченко; под ред. А.И. Горячева. – М.: Мир, 1978. – 414 с.
- [5] Відеокамери URL: <https://electrosam.ru/glavnaja/slabotochnye-seti/oborudovanie/videokamery/>
- [6] ADV7180 Data Sheet URL: <https://ru.mouser.com/datasheet/2/609/ADV7180-1503760.pdf>
- [7] ADV8003 Data Sheet URL: <https://www.analog.com/ru/products/adv8003.html>
- [8] Everything about battery URL: <http://electricalschool.info/spravochnik/eltehustr/1521-kak-ustroen-i-rabotaet-akkumuljator.html>
- [9] Гавриш, О. А., Бояринова К. О., Копішинська К. О. Розробка стартап-проектів. Конспект лекцій : навчальний посібник для студентів спеціальностей 151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» та 152 – «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка», Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 188 с.

[10] Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей / За заг. ред. О.А. Гавриша. – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 28 с.

[11] Гавриш, О. А., Бояринова К. О., Копішинська К. О. Розробка стартап-проектів: практикум: навчальний посібник для студентів спеціальностей 151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» та 152 – «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Електронні текстові данні (1 файл: 2,11 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 116 с.